MUŞCHII ABDOMENULUI

Peretele anterior al cavităţii abdominale este format dintr-o zonă extinsă ce nu conţine oase protectoare. Astfel, straturi întinse şi subţiri de muşchi se găsesc în peretele abdominal pentru a ajuta la contenţia viscerelor abdominale şi la flexia trunchiului. O linie numită **linia albă**, se întinde pe linia mediană a peretelui abdominal, de la apofiza xifoidă la simfiza pubiană. Linia albă este constituită în principal din ţesut conjunctiv, fără muşchi, nervi sau vase mari de sânge.

Unul dintre muşchii importanţi ai peretelui abdominal este **dreptul abdominal** (Figura 9.11). Dreptul abdominal este un muşchi lung, lat, asemănător unei benzi, situat pe fiecare parte a liniei albe. Leagă oasele pubiene de coaste şi stern şi, împreună cu alţi muşchi abdominali, comprimă cavitatea abdominală, ajutând şi la flexia coloanei vertebrale. Originea lui este pe creasta pubiană, iar inserţia este pe apofiza xifoidă.

Un alt muşchi important este **oblicul extern**. Oblicul extern este un muşchi superficial şi extins, asemănător unei fâşii, ce porneşte de la ultimele opt coaste inferioare şi se întinde în jos şi medial. Se inseră printr-o aponevroză pe linia albă şi pubis. Oblicul extern comprimă peretele abdominal. Un al treilea muşchi abdominal este **oblicul intern**. Acest muşchi constituie stratul mijlociu al celor trei straturi musculare, care sunt situate lateral de dreptul abdominal. Fibrele lui au o direcţie aproape perpendiculară faţă de cele ale oblicului extern. Oblicul intern are originea pe creasta iliacă şi inserţia pe cartilajele coastelor inferioare, dar şi pe linia albă şi pe creasta pubiană.

Cel mai profund dintre cei trei muşchi dispuşi lateral de dreptul abdominal, este **transversul abdominal**. El are originea pe coastele inferioare şi pe apofizele vertebrelor lombare şi inserţia pe linia albă şi pe creasta pubiană. Funcţia lui este de a contracta peretele abdominal. În plus, el contribuie la flexia trunchiului şi la expirul forţat prin împingerea diafragmului în sus.

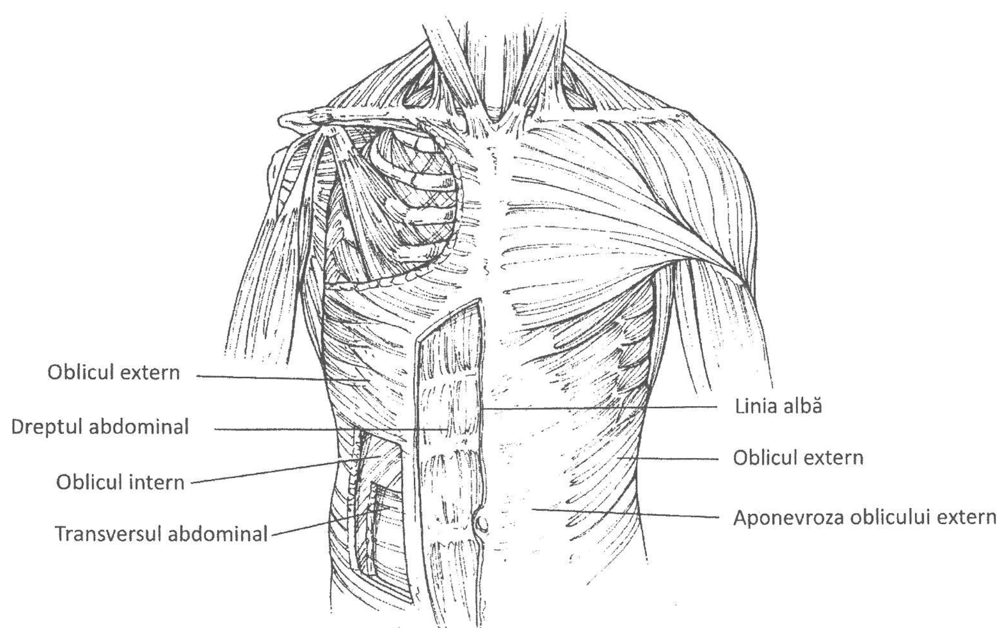


FIGURA 9.11 Cei mai importanţi muşchi ai peretelui abdominal.

MUȘCHII RESPIRAȚIEI

Actul respirator are două faze: inspirul, în timpul căruia toracele se expansionează și aerul intră în plămâni, și expirul, în timpul căruia toracele se relaxează și aerul iese din plămâni. Cei mai importanți mușchi inspiratori includ **diafragmul** și **mușchii intercostali externi**. Inspirul mai profund implică mușchi precum pectoralul mare și trapezul. În timpul expirației, mușchii implicați sunt oblicul intern, oblicul extern, transversul abdominal și dreptul abdominal. Totuși, expirația este în general un proces pasiv, ce urmează relaxării mușchilor inspiratori.

DE REȚINUT
Respirația relaxată implică diafragmul și mușchii intercostali externi.

MUȘCHII PELVISULUI

Mușchii pelvisului contribuie la formarea pereților și a planșeului pelvin. Doi dintre cei mai importanți mușchi care participă la formarea planșeului pelvin sunt ridicătorul anal și coccigianul.

Ridicătorul anal este un mușchi pereche, care își are originea pe pereții pelvisului, la nivelul pubisului și al ischionului. Fiecare mușchi se inseră pe mușchiul de pe partea opusă formând un **rafeu**, în care fibrele musculare se împletesc; acest rafeu se termină posterior sub forma unei bandelete (Figura 9.12) care se inseră pe coccis. Acest mușchi susține organele pelvine.

Mușchiul coccigian este un mușchi mic, în formă de evantai, care asistă ridicătorul anal. Are originea pe spina ischionului și se inseră pe coccis, ajutând la susținerea organelor pelvine.

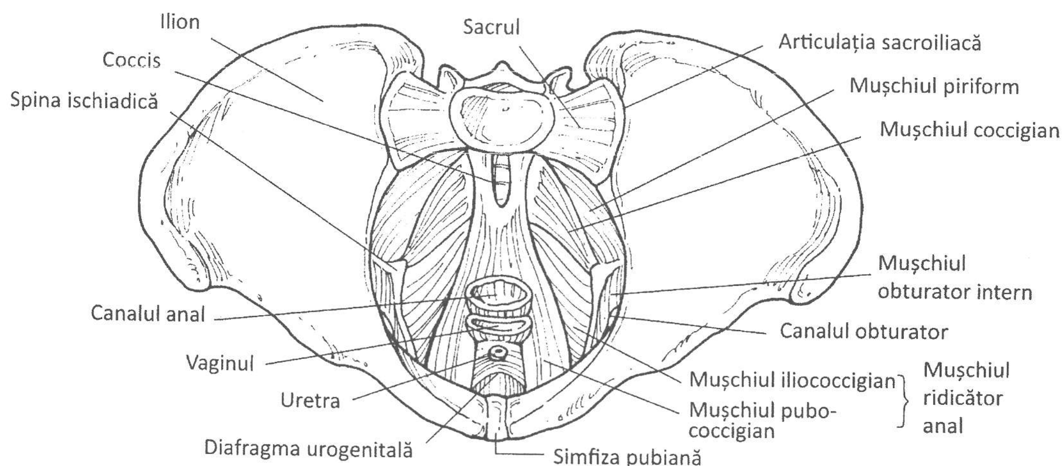


FIGURA 9.12 Mușchii profunzi ai pelvisului feminin.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Identificaţi corect literele corespunzătoare muşchilor.

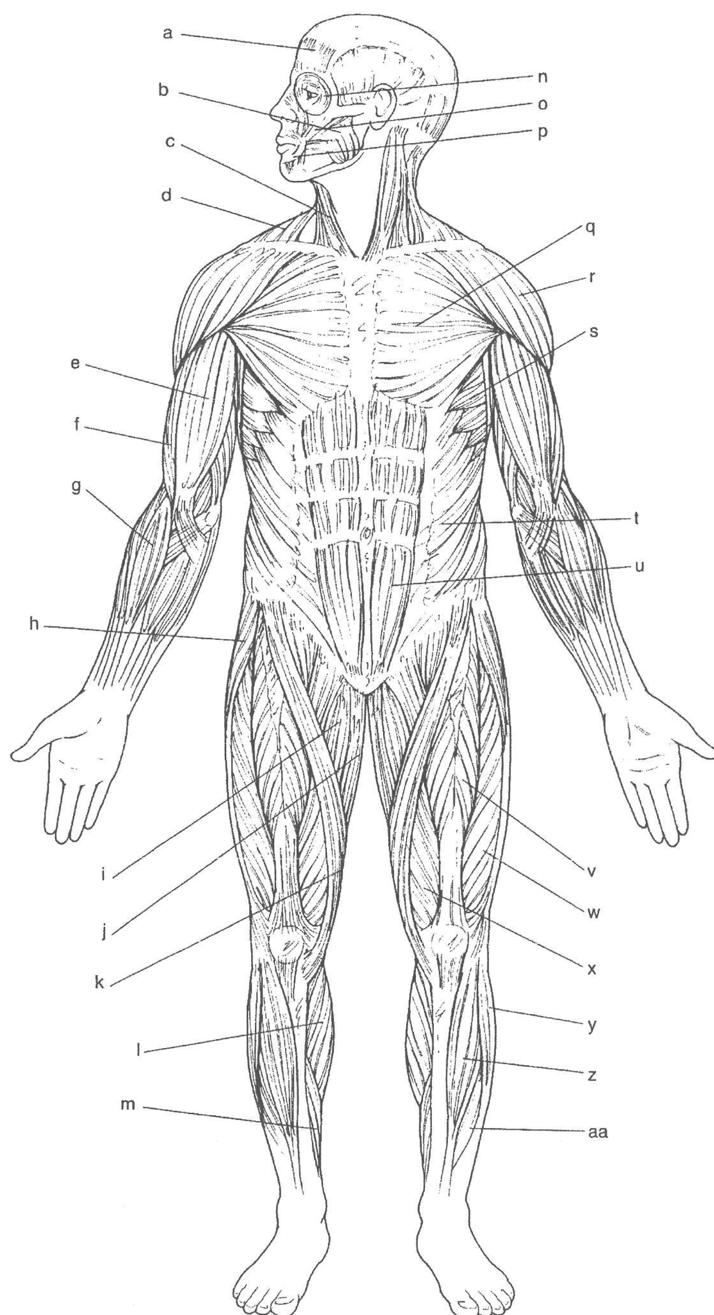


FIGURA 9.13

__ 1. Adductorul lung
__ 2. Bicepsul brahial
__ 3. Brahialul
__ 4. Brahioradialul
__ 5. Deltoidul
__ 6. Extensorul lung al degetelor
__ 7. Oblicul extern
__ 8. Frontalul
__ 9. Gastrocnemianul
__ 10. Gracilis
__ 11. Maseterul
__ 12. Orbicularul ochiului
__ 13. Orbicularul gurii
__ 14. Pectoralul mare
__ 15. Peronierul lung
__ 16. Dreptul abdominal
__ 17. Dreptul femural
__ 18. Croitorul
__ 19. Dinţatul anterior
__ 20. Solearul
__ 21. Sternocleido-mastoidianul
__ 22. Tensorul fasciei late
__ 23. Tibialul anterior
__ 24. Trapezul
__ 25. Vastul lateral
__ 26. Vastul medial
__ 27. Zigomaticul

Identificați corect literele corespunzătoare mușchilor.

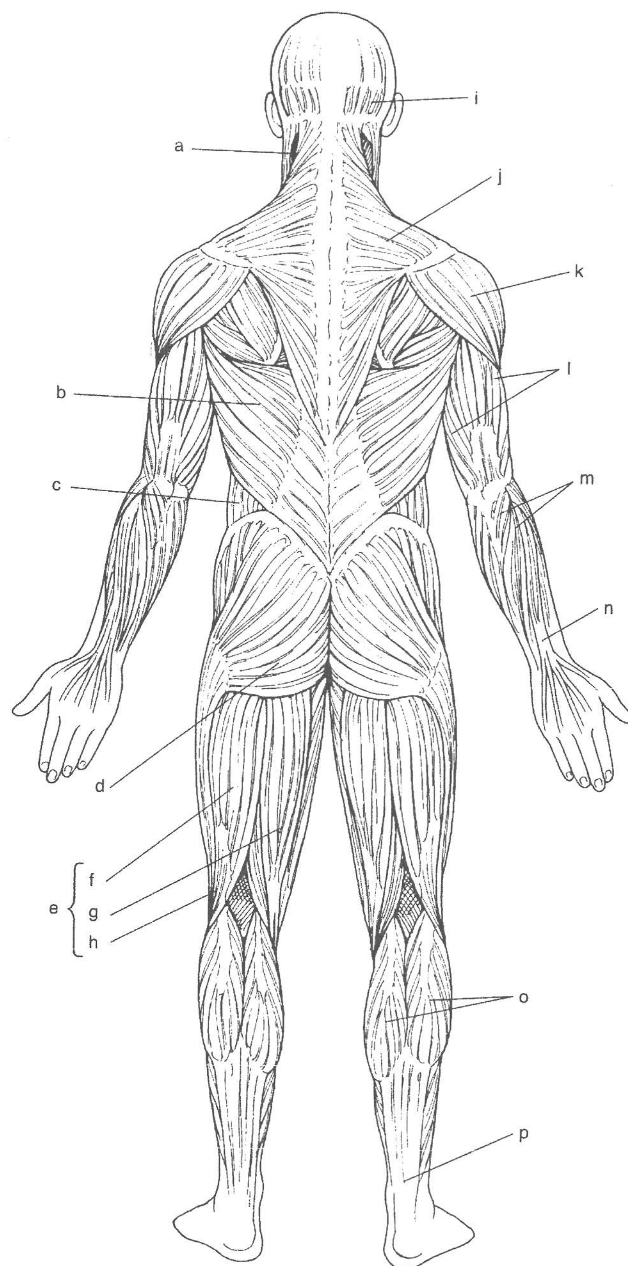


FIGURA 9.14

__ 1. Bicepsul femural
__ 2. Tendonul calcanean
__ 3. Deltoidul
__ 4. Grupele extensoare și flexoare carpiene
__ 5. Extensorul degetelor
__ 6. Oblicul extern
__ 7. Gastrocnemianul
__ 8. Fesierul mare
__ 9. Grupul mușchilor poplitei
__ 10. Dorsal mare
__ 11. Occipitalul
__ 12. Semimembranosul
__ 13. Semitendinosul
__ 14. Sternocleidomastoidianul
__ 15. Trapezul
__ 16. Tricepsul brahial

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Tendoanele care atașează mulți mușchi la oase sunt compuse din___________.
2. Benzile largi, late, și subțiri de țesut conjunctiv care atașează mușchii sau fascia altor mușchi la oase sunt denumite ___________.
3. Mușchii prim motori se mai numesc și ___________.
4. Mușchii ce acționează în opoziție cu mușchii prim motori se mai numesc și ___________.
5. Mușchiul lat, zimțat, care trage scapula și extremitatea superioară în afară este ___________.
6. Trapezul este un mușchi lat, triunghiular, aflat de-a lungul spatelui, cu originea pe osul occipital și apofizele mai multor vertebre și cu inserția pe claviculă și pe ___________.
7. Mușchiul ce extinde brațul și acționează antagonist pectoralului mare este ___________.
8. Mușchiul care acoperă umărul și abduce brațul, cu originea pe scapulă și claviculă și inserția pe humerus este ___________.
9. Cel mai superficial mușchi anterior al brațului, cu două capete de origine este ___________.
10. Tricepsul brahial are originea prin trei capete la nivelul humerusului, scapulei și claviculei, iar inserția pe ulnă pe un reper osos numit ___________.
11. Mușchiul brațului responsabil de flexia brațului din cot este ___________.
12. Mușchiul supinator produce rotația antebrațului astfel încât palma să fie îndreptată spre ___________.
13. Antebrațul este rotit medial de către pronatorul rotund și ___________ pronator.
14. Flexia degetelor este determinată de flexorul radial al carpului și de flexorul ___________ al carpului.
15. Acțiunea ce permite policelui să atingă vârfurile celorlalte degete este cunoscută ca ___________.
16. Fiecare deget este deservit de mușchii mâinii și mușchii lungi ai ___________.
17. Mușchiul care unește extremitatea inferioară de scheletul axial pentru a produce flexia coapsei și flexia trunchiului este ___________.

18. Mușchiul iliac are originea în fosa iliacă a ilionului și inserția pe trohanterul mic al ____________.

19. Pentru încrucișarea picioarelor se utilizează mușchiul cunoscut sub denumirea de ____________.

20. Grupul muscular mare, cu patru capete, al feței anterioare a coapsei este ____________.

21. Fibre din dreptul femural, vastul lateral și alți doi mușchi, converg pentru a se insera la nivelul ____________.

22. Mușchiul aparținând grupului mușchilor poplitei, care extinde coapsa și flectează gamba, se numește ____________.

23. Mușchiul tendinos aparținând grupului mușchilor poplitei, care flectează gamba și o rotește medial, se numește ____________.

24. Mușchiul cu două capete, cu originea pe tuberozitatea ischiadică și pe corpul femurului, și inserția pe fibulă, care produce extensia coapsei și flexia gambei este un mușchi ce face parte din grupul mușchilor poplitei și se numește ____________.

25. Cei trei mușchi ai grupului adductorilor sunt adductorul mare, adductorul scurt și adductorul ____________.

26. Grupul muscular al adductorilor are originea pe corpul pubisului și se inseră pe femur pentru a produce adducția ____________.

27. Cel mai mare mușchi al feselor cu originea parțial pe ilion și inserția pe femur se numește ____________.

28. Fesierul mijlociu se inseră pe trohanterul mare al femurului și produce mișcarea denumită ____________.

29. Mișcările de dorsoflexie și inversie ale piciorului sunt produse de mușchiul numit ____________.

30. Pe suprafața posterioară a gambei se află un mușchi mare, cu originea pe condilul medial al femurului și inserția pe calcaneu, care se numește ____________.

31. Flexia plantară a piciorului este produsă de mușchiul ____________.

32. Tendonul care unește gastrocnemianul de calcaneu este denumit ____________.

33. Pentru că mulți dintre mușchii faciali nu mișcă niciun os, ei nu sunt atașați prin intermediul structurilor numite ____________.

34. Cei mai mulți mușchi faciali derivă din ____________.

35. Muşchiul lung al gâtului şi muşchiul lung al capului permit capului să se ___________.

36. Muşchiul longissimus şi semispinalul capului permit amândoi mişcarea capului denumită ___________.

37. Muşchiul facial care contribuie la închiderea gurii şi care poate fi palpat când gura este încleştată se numeşte ___________.

38. Mandibula este mişcată în sens lateral şi protruzionează cu ajutorul muşchiului numit ___________.

39. Muşchii faciali subţiri cu inserţia la piele şi originea pe suprafaţa craniului, şi care contribuie la mimică, se numesc ___________.

40. Cei doi muşchi care ridică sprâncenele se numesc ___________.

41. Muşchii extrinseci sunt responsabili de mişcările ___________.

42. Muşchii intrinseci modifică forma unor structuri ale ochiului şi produc dilatarea şi constricţia ___________.

43. Muşchiul care trage capul lateral şi spre torace, flectează şi extinde capul este numit ___________.

44. Muşchii lungi, înguşti şi laţi din partea anterioară a gâtului, care acoperă suprafaţa laterală a glandei tiroide şi trag laringele şi osul hioid în jos pentru deglutiţie, se numesc ___________.

45. Pe linia mediană a peretelui abdominal există o linie de ţesut conjunctiv cunoscută sub numele de ___________.

46. Un muşchi asemănător unei benzi care leagă osul pubian de coaste şi stern şi comprimă conţinutul cavităţii abdominale se numeşte ___________.

47. Stratul muscular superficial ce porneşte de la cele opt coaste inferioare şi se inseră pe pubis şi linia albă pentru a încorda peretele abdominal şi a comprima abdomenul se numeşte ___________.

48. Cei mai importanţi muşchi implicaţi în inspiraţie sunt muşchii intercostali externi şi un muşchi sub formă de cupolă cunoscut sub numele de ___________.

49. Muşchiul care susţine organele cavităţii pelvine şi formează un rafeu la nivelul planşeului cavităţii pelvine se numeşte ___________.

50. Muşchiul care susţine organele cavităţii pelvine, cu originea pe spina ischionului şi inserţia pe coccis, este ___________.

***SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere**: Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Capătul mobil al mușchiului este denumit
   A. origine
   B. inserție
   C. parte proximală
   D. parte dosală

2. Benzile de țesut conjunctiv numite aponevroze, sunt atașate la fascia altor mușchi și leagă, de asemenea,
   A. oase de oase
   B. tendoane de oase
   C. oase de ligamente
   D. mușchii de oase

3. În corpul uman, mușchii pot avea următoarele funcții, *cu excepția*
   A. flexori
   B. extensori
   C. coordonatori
   D. adductori

4. Mușchiul dințat anterior este situat
   A. pe partea laterală a toracelui
   B. deasupra nasului
   C. la nivelul părții superioare a coapsei
   D. la nivelul părții inferioare a coapsei

5. Mușchiul care este contractat atunci când fosa glenoidă este îndreptată în sus în timpul abducției brațului, este
   A. marele dorsal
   B. pătratul pronator
   C. fesierul mijlociu
   D. trapezul

6. Bicepsul brahial este astfel numit pentru că prezintă
   A. două capete
   B. două mișcări pe care le realizează
   C. două inserții
   D. doi mușchi care îl alcătuiesc

7. Brahialul, tricepsul brahial și bicepsul brahial sunt cu toții mușchi ai
   A. gambei
   B. brațului
   C. trunchiului
   D. feselor

8. Cei mai importanți mușchi care rotesc antebrațul spre medial sunt
   A. bicepsul femural și bicepsul brahial
   B. tibialul anterior și tibialul posterior
   C. rotundul pronator și pronatorul pătrat
   D. fesierul mare și fesierul mijlociu

9. Mușchiul care acoperă umărul și în care se administrează frecvent vaccinurile se numește
   A. iliopsoas
   B. deltoid
   C. tibial
   D. drept abdominal

10. Mușchii interosoși dorsali realizează mișcarea
   A. gambelor
   B. trunchiului
   C. feței
   D. degetelor

11. Mușchii coapsei includ
   A. marele dorsal și pectoralul mare
   B. croitorul și vastul lateral
   C. sternocleidomastoidianul
   D. diafragmul și mușchii intercostali

12. Cvadricepsul femural
   A. se găsește la nivelul antebrațului și are trei capete
   B. se află sub pectoralul mare și pectoralul mic
   C. se coordonează cu mușchiul lung al gâtului și mușchiul lung al capului
   D. se află în apropierea femurului și are patru capete

13. Semitendinosul și semimembranosul sunt considerați amândoi
   A. mușchi ai feselor
   B. mușchi care permit mișcări faciale
   C. mușchi ai grupului popliteu
   D. mușchi ai pelvisului

14. Cel mai mare mușchi al feselor este
   A. tibialul anterior
   B. fesierul mare
   C. transversul abdominal
   D. iliopsoasul

15. Punctul de inserție al solearului și al gastrocnemianului este
   A. carpianul numit navicular
   B. ultima vertebră
   C. tarsianul denumit calcaneu
   D. cartilajul costal

16. Întoarcerea piciorului în jos, mişcare denumită flexie plantară, este realizată de
    A. pectoralii mare şi mic
    B. peronierul lung
    C. solear şi gastrocnemian
    D. deltoid şi trapez

17. Muşchii feţei îşi au originea pe oasele feţei sau pe
    A. fascia superficială
    B. ligamentele feţei
    C. ţesutul cerebral
    D. limbă

18. Printre flexorii importanţi ai capului se numără
    A. temporalul şi pterigoidianul lateral
    B. muşchiul lung al capului şi muşchiul lung al gâtului
    C. ridicătorul anal
    D. dreptul abdominal

19. Când gura este încleştată, muşchiul care se palpează la nivelul tâmplei este
    A. orbicularul gurii
    B. epicranianul
    C. muşchiul extrinsec
    D. temporalul

20. Pterigoidianul lateral contribuie la mişcarea
    A. gâtului în sus şi în jos
    B. trunchiului în flexie
    C. mandibulei de o parte şi alta
    D. sprâncenelor

21. Muşchiul ciliar care modifică forma cristalinului, şi muşchii dilatatori şi constrictori ai pupilei, sunt cu toţii denumiţi
    A. muşchi orbiculari
    B. muşchi platisma
    C. muşchi intrinseci
    D. muşchi maseteri

22. Muşchii care realizează mişcările de aprobare sau negaţie includ
    A. maseterul
    B. solearul
    C. sternocleidomastoidianul
    D. linia albă

23. Muşchiul lung şi aplatizat aflat de ambele părţi ale liniei albe, care leagă coastele şi sternul de osul pubian, este
    A. trapezul
    B. cvadricepsul femural
    C. coccigianul
    D. dreptul abdominal

24. Oblicul extern şi oblicul intern se ataşează la
    A. muşchii grupului popliteu
    B. linia albă
    C. bicepsul femural
    D. zigomatic

25. Muşchii intercostali externi sunt implicaţi în procesul de
    A. digestie
    B. excreţie
    C. mişcare
    D. respiraţie

***SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals**: La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Originea unui muşchi este în general situată mai departe de linia mediană a corpului.
2. Muşchii sunt frecvent ataşaţi de oase prin ţesut conjunctiv ce constuie ligamentele.
3. Muşchii prim motori ai corpului au de obicei muşchi care acţionează opus lor, denumiţi antagonişti.
4. Muşchiul antebraţului care produce rotaţia antebraţului astfel încât palmele să fie îndreptate spre anterior, se numeşte brahioradial.
5. Pectoralul mare coboară umărul în timp ce abduce scapula.
6. Muşchiul care flectează braţul la nivelul articulaţiei cotului împreună cu bicepsul brahial este deltoidul.
7. Opozabilitatea este acţiunea prin care muşchii scurţi permit policelui să atingă vârfurile celorlalte degete.
8. Muşchiul feţei anterioare a coapsei care acţionează atunci când se ia poziţia de picioare încrucişate a croitorului este iliopsoasul.

9. Bicepsul femural și semitendinosul sunt doi dintre cei trei mușchi ai grupului popliteu.

10. Fibrele ce provin din toți cei patru mușchi ai cvadricepsului femural converg și se inseră pe tuberozitatea tibială și pe navicular.

11. Grupul muscular al adductorilor, inclusiv adductorul mare și adductorul lung, produc adducția umărului.

12. Funcția principală a fesierului mare este extensia membrului inferior la nivelul articulației șoldului.

13. Gastrocnemianul produce flexia plantară și este localizat la nivelul feței anterioare a gambei.

14. Inserția gastrocnemianului la unul dintre metatarsiene se face prin intermediul ligamentului larg.

15. Peronierul lung și peronierul scurt sunt implicați în mișcările mâinii.

16. Unii dintre mușchii feței diferă de alți mușchi ai corpului prin faptul că nu necesită conexiunea cu oasele prin intermediul tendoanelor.

17. Unul dintre mușchii importanți care realizează închiderea gurii este mușchiul oblic inferior.

18. Mușchi precum orbicularul gurii sau zigomaticul sunt cunoscuți drept mușchi sistemici datorită inserțiilor lor la piele și datorită apropierii lor de suprafața pielii.

19. Când colțul gurii se ridică în zâmbet, mușchiul care acționează este trapezul.

20. Orbicularul gurii înconjoară gura și determină țuguierea buzelor.

21. Mușchii infrahioidieni acoperă suprafața posterioară a gâtului și trag laringele în jos în timpul deglutiției.

22. Linia albă se întinde de la apofiza xifoidă până la simfiza pubiană și este alcătuită din țesut conjunctiv.

23. Oasele pubiene sunt legate de coaste și stern prin diafragm.

24. Oblicii intern și extern sunt mușchi ce acoperă organele toracelui.

25. Atât coccigianul, cât și ridicătorul anal, contribuie la formarea planșeului și pereților pelvisului.

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Mia este alergătoare în echipa de atletism a şcolii ei. Ea şi-a rupt tendonul calcanean, o leziune care a necesitat tratament chirurgical. Ce muşchi a fost afectat în principal? Este tendonul calcanean originea sau inserţia acestui muşchi? Ce mişcare nu va putea ea să facă până nu va fi operată? Este aceasta esenţială pentru alergare?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A

Figura 9.13

1. i
2. e
3. f
4. g
5. r
6. aa
7. t
8. a
9. l
10. j
11. b
12. n
13. p
14. q
15. y
16. u
17. v
18. k
19. s
20. m
21. c
22. h
23. z
24. d
25. w
26. x
27. o

Figura 9.14

1. f
2. p
3. k
4. m
5. n
6. c
7. o
8. d
9. e
10. b
11. i
12. h
13. g
14. a
15. j
16. l

SECȚIUNEA B – Completare

1. țesut conjunctiv
2. aponevroze
3. agoniști
4. antagoniști
5. dințatul anterior
6. scapulă
7. dorsal mare
8. deltoidul
9. bicepsul brahial
10. olecranon
11. brahialul/bicepsul brahial
12. anterior
13. pătratul
14. ulnar
15. opozabilitate
16. antebrațului
17. psoasul mare
18. femurului
19. croitor
20. cvadricepsul femural
21. patelei
22. semimembranos
23. semitendinos
24. biceps femural
25. lung
26. coapsei
27. fesierul mare
28. abducție
29. tibial anterior
30. gastrocnemian
31. solear
32. tendonul ahilian
33. tendoane
34. fascia superficială
35. flecteze
36. extensie
37. temporal
38. pterigoidian lateral
39. mușchi cutanați
40. epicranieni
41. globilor oculari
42. pupilei
43. sternocleidomastoidian
44. mușchii infrahioidieni
45. linia albă
46. dreptul abdominal
47. oblicul extern
48. diafragm
49. ridicătorul anal
50. coccigianul

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. B
2. D
3. C
4. A
5. D
6. A
7. B
8. C
9. B
10. D
11. B
12. D
13. C
14. B
15. C
16. C
17. A
18. B
19. D
20. C
21. C
22. C
23. D
24. B
25. D

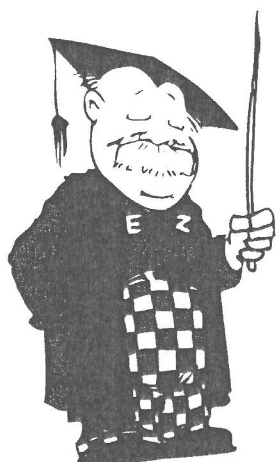
SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals

1. inserţia
2. tendoanele
3. A
4. supinator
5. mic
6. brahialul
7. A
8. muşchiul sartorius
9. A
10. patelă
11. coapsei
12. A
13. posterioare
14. tendonului ahilian
15. piciorului
16. A
17. maseter
18. cutanaţi
19. zigomaticul
20. A
21. anterioară
22. A
23. dreptul abdominal
24. abdominale
25. A

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Cel mai afectat muşchi al Miei este cel gastrocnemian, deoarece nu se mai realizează inserţia acestuia. Ea nu va mai reuşi să execute flexia plantară, o mişcare esenţială pentru alergare.

10



Țesutul nervos

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie structura celulei nervoase și transmiterea nervoasă. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- clasificați părțile sistemului nervos ca aparținând sistemului nervos central sau celui periferic, celui somatic sau autonom (vegetativ);
- deosebiți diferitele tipuri de nevroglii;
- clasificați neuronii după structură și funcție, descriind pe scurt structura acestora;
- descrieți un nod Ranvier;
- descrieți nervii și ganglionii nervoși;
- descrieți un arc reflex;
- caracterizați potențialele membranare neuronale și factorii celulari care le produc;
- caracterizați potențialele de acțiune;
- identificați efectele mielinizării asupra propagării potențialelor de acțiune;
- caracterizați sinapsele neuronale și procesele implicate în transmiterea sinaptică;
- identificați neurotransmițătorii;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Organizarea și celulele sistemului nervos
- Neurofiziologie: arcul reflex, potențialele de repaus și de acțiune, sinapsele și neurotransmițătorii
- Întrebări recapitulative

Sistemul nervos coordonează procesele complexe ce au loc în mediul intern al organismului. De asemenea, acest sistem asigură integrarea organismului în mediul extern. În acest sens, sistemul nervos facilitează văzul, auzul, gustul sau simțul tactil, și răspunde la stimuli. Fără sistemul nervos, celelalte sistemele ale organismului ar funcționa haotic, independent unele de altele, fără legătură cu nevoile organismului. De exemplu, mușchii nu s-ar mai contracta în mod organizat, temperatura corporală nu ar mai fi reglată, sângele nu ar mai fi distribuit în funcție de nevoile tisulare, iar procesele cognitive și emoțiile nu ar mai exista.

ORGANIZARE

Sistemul nervos are două componente principale: **sistemul nervos central (SNC)** și **sistemul nervos periferic (SNP)**. SNC este compus din creier și măduva spinării și servește drept centru de control al întregului organism (Figura 10.1). Anumite componente ale SNC integrează informațiile primite și determină reacțiile adecvate.

SNP-ul este alcătuit din receptorii aflați în organele de simț și nervii prin care aceștia comunică informațiile SNC-ului. SNP-ul conține 12 perechi de nervi cranieni și 31 de perechi de nervi spinali. El informează SNC despre modificarea condițiilor din interiorul organismului și de la suprafața acestuia, iar ulterior transmite răspunsul SNC către mușchi sau glande, care vor ajusta aceste condiții.

Atât SNC, cât și SNP, conțin două tipuri de nervi, nervi motori și nervi senzitivi. **Nervii senzitivi** sau **aferenți** (cuvânt care înseamnă „înspre") conduc mesajele provenite de la receptorii organismului spre SNC. **Nervii motori** sau **eferenți** (însemnând „dinspre") transmit mesajele SNC către mușchi sau către alte organe, care răspund astfel stimulilor.

DE REȚINUT
Neuronii aferenți (senzitivi) transmit informația către SNC, pe când neuronii eferenți (motori) transmit informația către mușchi și glande.

Porțiunile motorii ale SNP sunt subîmpărțite în **componenta somatică** și **componenta autonomă (vegetativă)**. Componenta somatică a SNP controlează mușchii scheletici, pe când cea autonomă controlează mușchii involuntari, mușchiul cardiac și glandele.

Componenta autonomă a SNP prezintă două tipuri de nervi motori. Primul tip, **nervii simpatici**, transportă impulsuri către organe și determină reacții la situații de stres, precum reacția „fight or flight" („luptă sau fugi") (Capitolul 11). Cel de-al doilea tip, **nervii parasimpatici**, asigură o stare relaxată organismului și stimulează digestia.

CELULELE GLIALE

În sistemul nervos există două tipuri unice de celule: **neuronii**, sau celulele nervoase, care primesc și transmit informații biochimice, și **celulele gliale**, care au funcție de suport. Numărul celulelor gliale din sistemul nervos este aproximativ de 10 ori mai mare decât al neuronilor. Celulele gliale mai poartă și numele generic de **nevroglii**.

Există mai multe tipuri de celule gliale în SNC. Unul dintre ele este reprezentat de **oligodendrocite**. Aceste celule se înfășoară în jurul neuronilor, formând teci, alcătuite dintr-un material lipidic numit **mielină**. Un alt tip de celule gliale sunt **astrocitele**, care au prelungiri citoplasmatice alungite, ce le conferă o formă stelată (Figura 10.2). As-

trocitele contribuie la formarea barierei hematoencefalice (sânge-creier), care previne sau încetinește accesul substanțelor nedorite în țesutul cerebral. Astrocitele ajută și la izolarea țesutului nervos lezat.

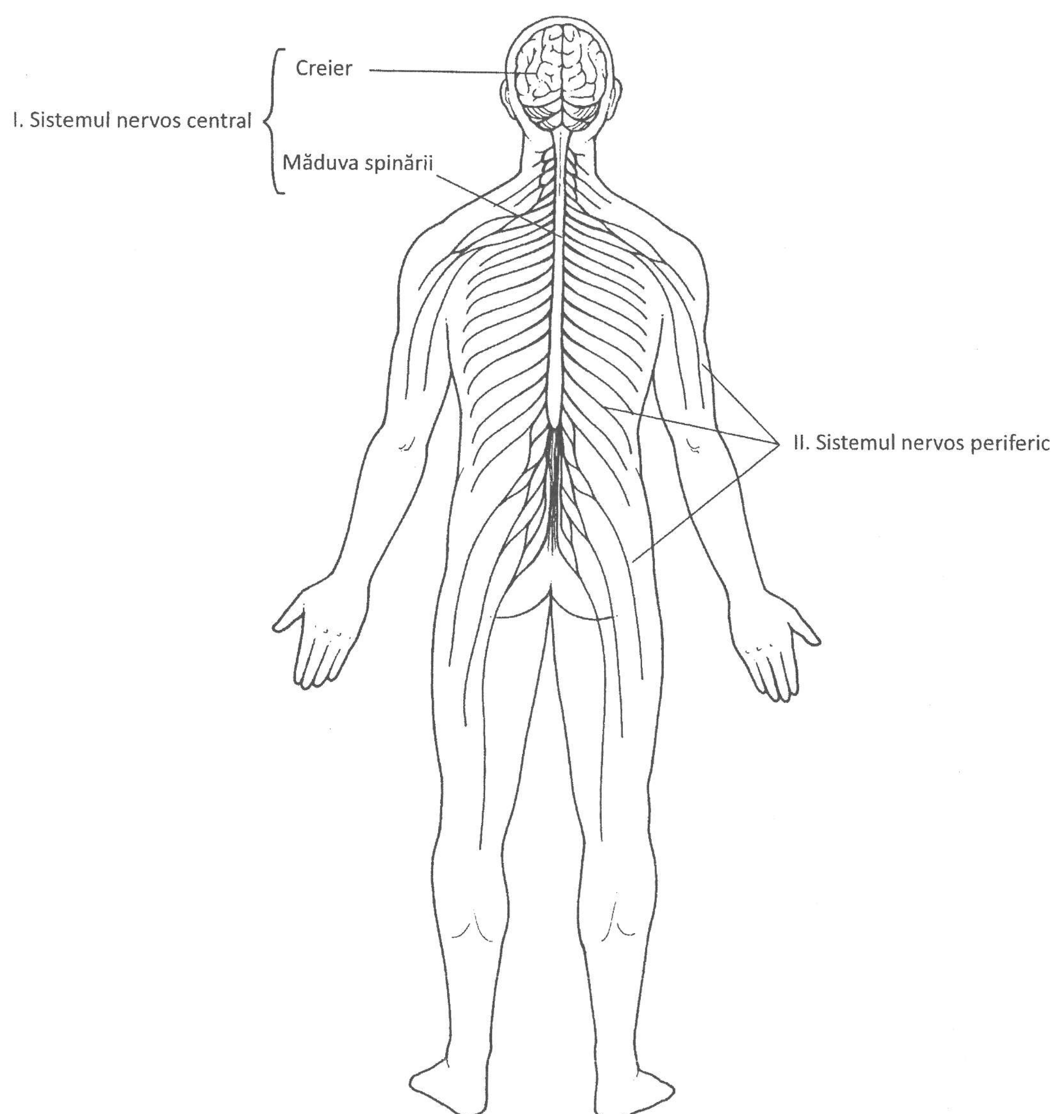


FIGURA 10.1 Cele două componente principale ale sistemului nervos uman.

Microgliile sunt celule gliale mici, dispersate în creier și în măduva spinării. Aceste celule acționează în cazul inflamațiilor sau a leziunilor, devenind mobile și fagocitând microorganismele.

În SNP, **celulele Schwann** se înfășoară în jurul neuronilor localizați în afara sistemului nervos central. Ele sintetizează teaca de mielină ce acoperă neuronii din SNP.

DE REȚINUT
În SNC, teaca de mielină este sintetizată de oligodendrocite, iar în SNP de către celulele Schwann.

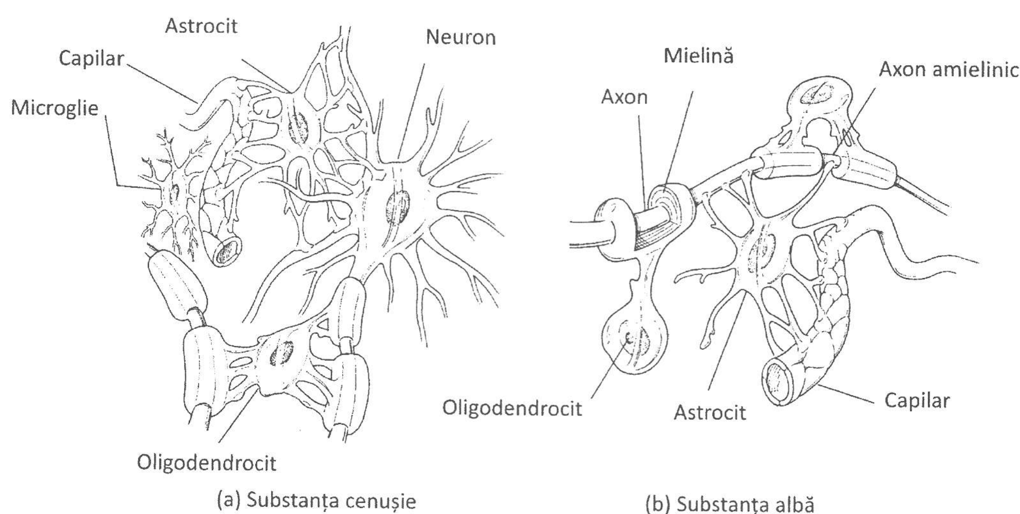


FIGURA 10.2 Neuronii și celulele gliale din sistemul nervos central. (a) Relația dintre cele două tipuri de celule în substanța cenușie a creierului și a măduvei spinării. (b) Relația dintre celule în substanța albă.

NEURONII

Neuronii sunt celule specializate în recepționarea și transmiterea informației în sistemul nervos. **Neuronul** este unitatea structurală și funcțională a sistemului nervos. Neuronii se pot diferenția între ei datorită prelungirilor pe care le prezintă.

Neuronii pot fi clasificați după structură sau după funcție. Din punct de vedere structural, neuronii sunt multipolari, bipolari și pseudounipolari. **Neuronii multipolari** prezintă numeroase prelungiri scurte, numite **dendrite**, și o prelungire unică, lungă, numită **axon**. Mulți neuroni din SNC aparțin acestei categorii. **Neuronii bipolari** au un axon și o singură dendrită. Ei sunt localizați în retină, urechea internă și mucoasa olfactivă. **Neuronii pseudounipolari** au o singură prelungire, care se divide pentru a forma o dendrită și un axon. Majoritatea neuronilor senzitivi sunt pseudounipolari (Figura 10.3).

Neuronii pot fi clasificați, din punct de vedere funcțional, în neuroni senzitivi (aferenți), motori (eferenți) și interneuroni (neuroni de asociație). **Neuronii senzitivi** transmit informația dinspre receptori înspre SNC, iar **neuronii motori** transmit mesajele SNC către mușchi, inimă și glande. **Interneuronii (neuronii de asociație)** conectează neuronii senzitivi cu cei motori și, de asemenea, alți interneuroni între ei. Interneuronii se găsesc în SNC, unde primesc informații de la neuronii senzitivi, le integrează și reacționează trimițând mesaje prin intermediul neuronilor motori.

DE REȚINUT
Interneuronii se găsesc numai în SNC.

Corpul celular al neuronilor reprezintă doar un mic procent din volumul total al celulei. La acest nivel se găsește nucleul și, de asemenea, multe alte organite celulare precum mitocondrii, aparat Golgi și lizozomi. Un organit caracteristic pentru neuron sunt **corpii Nissl**, alcătuiți din reticul endoplasmatic rugos (Capitolul 3), în care se sintetizează proteine.

Dendritele, prelungiri foarte ramificate ale corpului celular, sunt specializate în recepționarea impulsurilor nervoase și transmiterea lor către corpul celular. Suprafața

dendritelor prezintă multe formațiuni spinoase prin care, ele realizează joncțiuni cu alți neuroni sau cu receptori senzoriali.

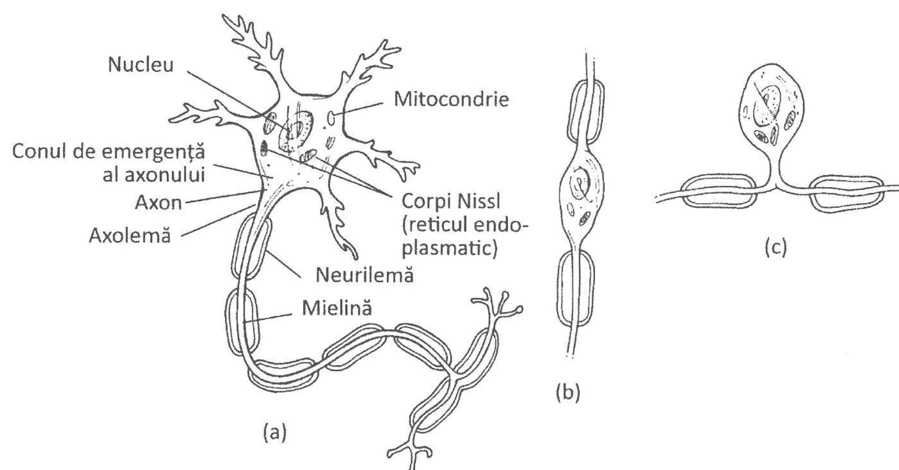


FIGURA 10.3 O reprezentare a celor trei tipuri de neuroni prezenți în sistemul nervos. Neuronii multipolari (a) au numeroase prelungiri, neuronii bipolari (b) au două, iar cei pseudounipolari (c) au una singură, care apoi se ramifică. Detaliile structurii neuronului sunt prezentate în imaginea neuronului multipolar.

Impulsurile sunt transmise dinspre corpul celular prin intermediul axonului. Axonul pornește dintr-o porțiune îngroșată a corpului celular, numită **con de emergență**. Citoplasma din interiorul axonului se numește **axoplasmă**, iar membrana sa, **axolemă**.

Diametrul axonului este microscopic, dar lungimea sa poate atinge peste un metru. De exemplu, axonii care pornesc din porțiunea inferioară a măduvei spinării și ajung la nivelul labei piciorului pot avea o lungime de până la 1,2 m. Deseori, axonii mai multor neuroni se reunesc, alcătuind **fibre nervoase**, denumite în mod uzual **nervi**.

La capătul distal, axonul prezintă mii de ramificații microscopice numite **terminații axonale**. Aceste terminații prezintă dilatări, numite **butoni terminali**. La nivelul acestora sunt eliberate, de către neuroni, substanțe chimice denumite **neurotransmițători**. Neurotransmițătorii transmit impulsurile nervoase de la neuron la mușchi, glande sau alți neuroni.

TEACA DE MIELINĂ

Există două tipuri de celule responsabile de sinteza tecii izolatoare de mielină a neuronilor. În SNC, **oligodendrocitele** emit prelungiri, care se înfășoară în jurul axonilor sau dendritelor (Figura 10.2). În SNP, însuși corpul **celulelor Schwann** se înfășoară în jurul prelungirilor neuronului (Figura 10.4). În ambele cazuri, celulele produc o membrană stratificată numită teacă de mielină.

Teaca de mielină izolează axonul. Este compusă în principal din **mielină**, o substanță lipidică de culoare albă, care este componenta principală a membranei oligodendrocitelor și a celulelor Schwann. Mielina izolează reacțiile electrochimice care conduc

impulsurile nervoase de-a lungul axonilor. Fibrele mielinice conduc rapid impulsurile nervoase, pe când cele amielinice le conduc mai lent. În sistemul nervos central se găsesc atât axoni mielinici, cât și axoni amielinici.

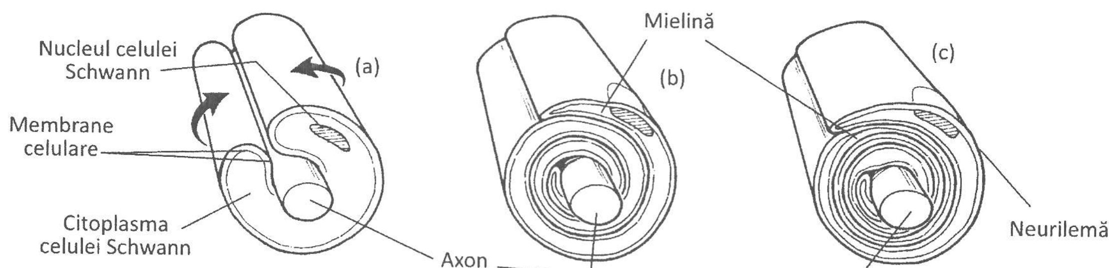


FIGURA 10.4 Formarea tecii de mielină pe măsură ce celula Schwann se înfășoară în jurul axonului, prezentată în imagini succesive (a), (b) și (c). Mielina este o substanță de culoare albă, bogată în lipide, din membrana celulei Schwann.

Oligodendrocitele și celulele Schwann își înfășoară membrana celulară în jurul axonilor și dendritelor pentru a forma teaca de mielină. Între două prelungiri succesive ale oligodendrocitelor, respectiv între două celule Schwann succesive, se găsesc spații denumite **nodurile lui Ranvier**. La nivelul acestora axonul nu prezintă mielină.

Mielina este răspunzătoare pentru culoarea substanței albe din creier și din măduva spinării. Ea intră și în componența substanței albe a nervilor mielinici periferici. Deteriorarea mielinei în SNC poate da naștere unei afecțiuni denumită **scleroză multiplă**.

Partea externă a tecii de mielină, care înconjoară axonii sau dendritele, se numește **neurilemă** (Figura 10.4). Neurilema are rol în regenerarea neuronilor lezați.

NERVII ȘI GANGLIONII

Un **nerv** este format din mai multe **fascicule** de axoni și/sau dendrite. Fiecare fascicul nervos este înconjurat de o teacă numită **perinerv**. Nervul este învelit la exterior de un țesut conjunctiv fibros numit **epinerv**, care solidarizează fasciculele între ele.

Corpurile celulare ale neuronilor sunt adeseori grupate în structuri numite **ganglioni**. Există mulți ganglioni localizați în afara măduvei spinării. De la acești ganglioni pornesc axoni și/sau dendrite înspre alte părți ale organismului.

FIZIOLOGIA NERVILOR

Sistemul nervos coordonează acele activități care atrag după ele răspunsul la stimuli. Prima astfel de activitate este **recepția**, în cursul căreia sunt captate informații din mediul înconjurător. Următoarea activitate este **transmiterea**, în care informația este livrată sistemului nervos central de către neuronii senzitivi. Urmează **integrarea**, în cursul căreia este determinată reacția potrivită. În final, apare **răspunsul**, în cursul căruia un impuls nervos este transmis prin intermediul neuronilor motori către **efectori**, care vor reacționa în concordanță cu stimulul. Principalii efectori din organism sunt mușchii și glandele.

ACTIVITATEA NERVOASĂ

Neuronii senzitivi, interneuronii și neuronii motori produc impulsuri nervoase pentru a transmite informații. Acești neuroni sunt organizați în **circuite neuronale**. Într-un astfel de circuit, neuronii sunt dispuși de așa manieră, încât axonul unui neuron se termină în apropierea dendritei următorului neuron, fără a o atinge. Joncțiunea dintre doi neuroni alăturați se numește **sinapsă**.

Actul reflex, ce are ca bază anatomică **arcul reflex**, este un exemplu simplu de activitate nervoasă (Figura 10.5). Exemplul tipic de arc reflex este **reflexul rotulian**, în care apare extensia gambei la percutarea ligamentului patelar. Un alt exemplu este **reflexul de retragere**, în care un deget atins de un stimul dureros este retras imediat.

Un reflex ia naștere când un neuron senzitiv recepționează un stimul. Este generat un impuls nervos, care este condus de neuronii senzitivi către interneuronii din sistemul nervos central, care au rol de centru de procesare. Interneuronii comunică cu neuronii motori, fiind generat un impuls, care va fi transmis unui efector, mușchi sau glandă, care va acționa în consecință. În reflexul de retragere, de exemplu, retragerea degetului este determinată de contracția mușchilor.

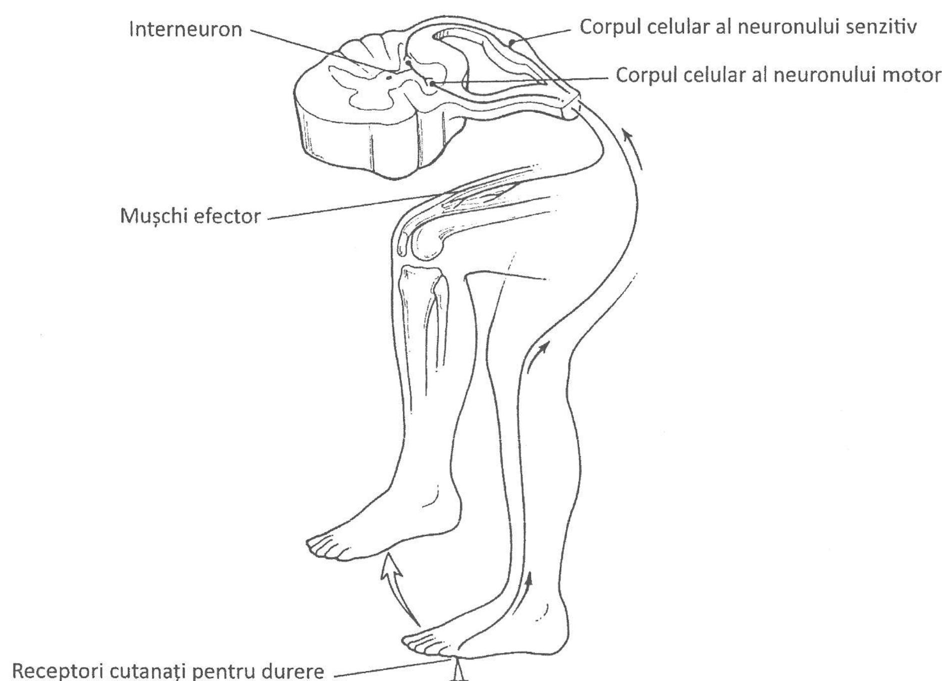


FIGURA 10.5 Un arc reflex tipic, ilustrat cu ajutorul reflexului de retragere. Impulsurile iau naștere la nivelul receptorilor dureroși și ajung la măduva spinării prin intermediul neuronilor senzitivi. Interneuronul interpretează impulsul și trimite un răspuns prin intermediul neuronului motor către mușchii efectori, care îndepărtează laba piciorului de stimulul dureros. Observați localizarea corpului celular al neuronului senzitiv, care se află în afara măduvei spinării, într-un ganglion, și pe cea a corpului neuronului motor, situat în măduva spinării.

TABELUL 10.1 COMPONENTELE UNUI ARC REFLEX

Componenta	Descriere	Funcție
Receptorul	Capătul receptor al unei dendrite sau o celulă senzitivă specializată, aflată într-un organ de simț	Sensibil la modificări interne sau externe
Neuronul senzitiv	Dendrita, corpul celular și axonul unui neuron senzitiv (aferent)	Transmite impulsuri nervoase de la receptor către creier sau măduva spinării
Interneuronul	Dendrita, corpul celular și axonul unui neuron situat în creier sau în măduva spinării	Servește drept centru de procesare; conduce impulsul nervos de la neuronul senzitiv la cel motor
Neuronul motor	Dendrita, corpul celular și axonul unui neuron motor (eferent)	Transmite impulsul nervos de la creier sau măduva spinării către un efector
Efectorul	Un mușchi sau o glandă din afara sistemului nervos	Răspunde la stimularea provenită de la neuronul motor și produce acțiunea reflexă

Reflexul poate fi automat și inconștient, fără a include creierul sau o activitate mentală. Ajută la menținerea homeostaziei organismului în timpul unor activități precum strănutul, tusea sau înghițitul, și reprezintă cea mai simplă activitate îndeplinită de către sistemul nervos (componentele arcului reflex sunt prezentate în Tabelul 10.1).

IMPULSUL NERVOS

În multe cazuri, activitatea nervoasă este inițiată prin stimularea unui receptor de la suprafața corpului (Capitolul 12). Cei mai cunoscuți receptori sunt neuronii din organele senzoriale precum ochiul, urechea, nasul sau mugurii gustativi. Alți receptori, prezenți în piele, reacționează la presiune, atingere, căldură sau frig. După ce un receptor a fost stimulat, mesajul neuronal este transmis spre SNC prin intermediul unui neuron senzitiv. La originea impulsului nervos stă un eveniment electrochimic datorat modificării distribuției ionilor în celula nervoasă.

După cum arată și numele, un **neuron în repaus** nu transmite impulsuri. Într-un neuron în repaus, suprafața externă a membranei celulare are o încărcătură electrică pozitivă, iar citoplasma din interior este electronegativă. Astfel, neuronul în repaus este **polarizat**, fiindcă suprafața internă și cea externă a membranei sale au sarcini electrice opuse. Fiind separate astfel, sarcinile electrice vor determina o acțiune în cazul în care diferența dintre sarcini se modifică. Această diferență se numește **potențial de repaus** (Figura 10.6).

DE REȚINUT
Un neuron în repaus are o sarcină electrică negativă în interior și una pozitivă în exterior; el este polarizat.

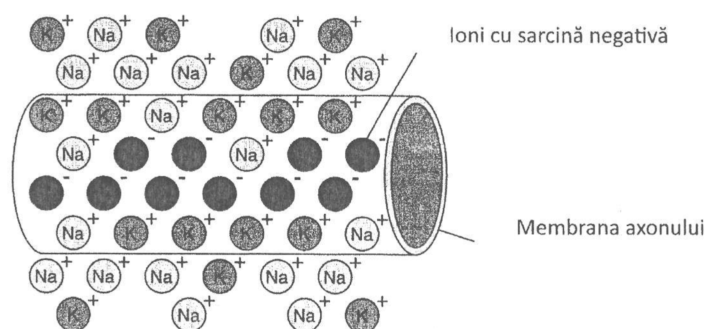


FIGURA 10.6 Dezechilibrul ionic între interiorul și exteriorul unei celule nervoase. Numărul mare de ioni negativi din celulă este pus pe seama moleculelor proteice. Numărul ionilor de sodiu din exteriorul celulei este mai mare decât cel al ionilor de potasiu, ceea ce contribuie la menținerea unei sarcini electrice pozitive în exteriorul celulei.

Potențialul de repaus reprezintă un dezechilibru între sarcinile electrice aflate de o parte și de alta a membranei celulare. Într-un neuron în repaus, potențialul de repaus este de aproximativ 70 de milivolți (mV). Prin convenție, acest potențial se exprimă ca -70 mV („electronegativ"), pentru că suprafața internă a membranei celulare are o sarcină electrică negativă față de cea pozitivă prezentă pe suprafața externă.

Potențialul de repaus este rezultatul unui exces de ioni pozitivi în exteriorul membranei celulare, comparativ cu interiorul acesteia. Există, de asemenea, un ușor exces de ioni negativi în citoplasmă, care includ și ionii de fosfat organic. Proteinele citoplasmatice au, de asemenea, o sarcină electrică negativă. Concentrația **ionilor de sodiu** din exteriorul celulei este de peste 10 ori mai mare decât cea din interior, ceea ce îi conferă suprafeței externe a membranei celulare o sarcină pozitivă, comparativ cu interiorul.

Dezechilibrul ionic din celulele nervoase se datorează mai multor factori. Un factor este reprezentat de o **pompă de sodiu-potasiu** foarte eficientă. Această pompă transportă câte trei ioni de sodiu în afara celulei, prin mecanisme de transport activ, și introduce în celulă câte doi ioni de potasiu. Pompa funcționează împotriva gradientului de concentrație al ionilor și, prin urmare, sunt necesare cantități mari de ATP pentru a furniza suficientă energie. Deoarece mai mulți ioni pozitivi sunt pompați în afara celulei decât sunt introduși în interiorul acesteia, intracelular apare o sarcină electrică negativă (Figura 10.6).

Dezechilibrul ionic este determinat și de difuziunea ionilor din zonele cu concentrație mai mare înspre zonele cu concentrație mai scăzută, prin canale membranare. Unele dintre aceste canale sunt alcătuite din proteine membranare care suferă modificări structurale, pentru a se putea deschide atunci când membrana este stimulată. Astfel de canale se numesc **canale cu poartă** („gated channels"), pentru că acționează ca niște porți și sunt specifice pentru diferite tipuri de ioni. Canalele de sodiu și cele de potasiu sunt exemple de canale cu poartă.

Un impuls nervos se numește **potențial de acțiune** (Figura 10.7). La generarea unui potențial de acțiune, un stimul electric, mecanic sau chimic modifică potențialul de repaus prin deschiderea canalelor de sodiu, permițând intrarea ionilor de sodiu în celulă. Odată cu accesul ionilor de sodiu în celulă, membrana neuronului se depolarizează. În timpul depolarizării, potențialul de repaus se ridică până la valoarea de aproximativ -55

mV, care reprezintă **intensitatea prag** al unui impuls nervos. În acest moment, canalele de sodiu voltaj-dependente se deschid, și un număr și mai mare de ioni de sodiu pătrunde rapid în celulă. Acest influx durează o miime de secundă, apoi canalele se închid. Valoarea potențialului de repaus continuă să crească până la aproximativ +35 mV („pozitiv"), având loc o inversare temporară a polarității.

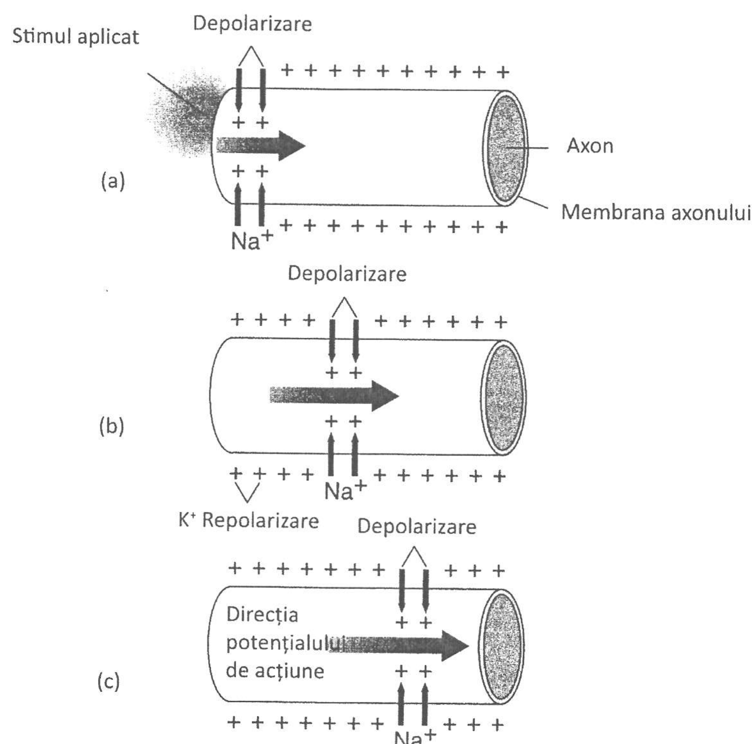


FIGURA 10.7 Potențialul de acțiune al unei celule nervoase. (a) Un stimul este aplicat membranei și ionii de sodiu (+) pătrund în celulă; membrana celulară își pierde polaritatea, generând astfel un potențial de acțiune. (b) Membrana adiacentă este depolarizată, iar potențialul de acțiune se propagă; între timp, zona inițială se repolarizează prin acumularea de ioni de potasiu (+), fiind pregătită pentru declanșarea unui nou impuls. (c) Potențialul de acțiune se propagă de-a lungul axonului pe măsură ce sunt depolarizate zone succesive ale membranei.

Dacă potențialul de acțiune este suficient de puternic pentru a depolariza zona învecinată a membranei prin deschiderea mai multor canale de sodiu voltaj-dependente, acea zonă se va depolariza și procesul se repetă. Astfel, o **undă de depolarizare** se propagă ca o reacție în lanț. Unda „călătorește" de-a lungul neuronului și reprezintă potențialul de acțiune, sau impulsul nervos.

> **DE REȚINUT**
> O zonă activată a unui neuron are o sarcină pozitivă datorită influxului de ioni de sodiu; ea este depolarizată.

După ce potențialul de acțiune a părăsit zona inițială, membrana începe să se repolarizeze. Canalele de sodiu se închid, iar cele de potasiu se deschid, declanșând ieșirea potasiului din celulă. Astfel, sarcina din exterior redevine pozitivă și membrana se repolarizează. Întregul ciclu depolarizare-repolarizare are loc în mai puțin de o milisecundă.

Reîntoarcerea la starea de repaus necesită pomparea sodiului în exteriorul neuronului, care are loc în secundele următoare. În stare depolarizată, neuronul este **refractar**,

ceea ce înseamnă că nu poate transmite un alt potențial de acțiune decât dacă stimulul este foarte puternic. Odată ce ionii de sodiu au fost pompați în exterior și potențialul de repaus a fost restabilit, neuronul este capabil să genereze un nou potențial de acțiune. Astfel, celula nervoasă urmează legea **„totul sau nimic"**: un stimul suficient de puternic pentru a depolariza neuronul la pragul critic are ca rezultat un impuls nervos; un stimul mai puternic are ca rezultat același impuls; neuronul transmite sau nu un impuls nervos; intensitatea impulsului nervos nu variază. Cu toate acestea, un stimul foarte puternic poate genera câteva impulsuri nervoase sau potențiale de acțiune succesive.

Teaca de mielină sintetizată de către oligodendrocite în SNC și celulele Schwann în SNP permite o transmitere mai rapidă a impulsului nervos de-a lungul axonilor și/ sau dendritelor mielinizate. Deoarece ionii nu pot pătrunde sau ieși din neuron decât la nivelul nodurilor Ranvier prezente între celulele Schwann sau între prelungirile oligodendrocitelor, impulsul „sare" de la nod la nod în loc să progreseze constant de-a lungul neuronului. Acest fenomen poartă numele de **propagare (conducere) saltatorie**. Conducerea saltatorie mărește considerabil viteza impulsurilor, permițând reacții mai rapide la stimuli (Figura 10.8). De exemplu, reacțiile reflexe necesită neuroni mielinici în SNP pentru a putea avea o viteză de reacție mai mare.

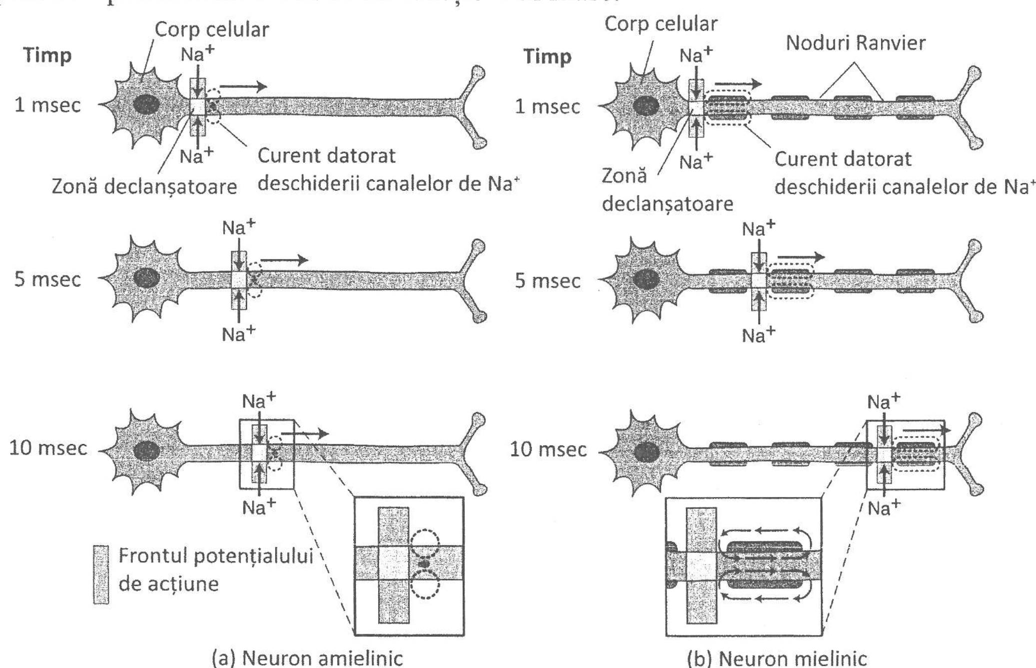


FIGURA 10.8 O comparație între propagarea impulsurilor în neuronii mielinici și cei amielinici. Observați cu cât este mai mare distanța parcursă de impuls în neuronul mielinizat, în aceeași unitate de timp. (a) Conducere continuă. (b) Conducere saltatorie.

SINAPSA

Sinapsa reprezintă joncțiunea dintre doi neuroni sau dintre un neuron și un efector: mușchi sau glandă. Sinapsa dintre un neuron și o celulă musculară poartă numele de **sinapsă neuromusculară** sau **placă motorie**. Spațiul din interiorul sinapsei se numește **fantă sinaptică**. Când impulsul ajunge la capătul axonului, nu poate sări peste această fantă.

Ca atare, există un mecanism chimic ce conduce mesajul spre următorul neuron, mușchi sau glandă.

Odată ajuns la butonii terminali ai axonului, impulsul nervos stimulează eliberarea de substanțe chimice denumite **neurotransmițători**. Aceștia difuzează rapid prin fanta sinaptică și modifică permeabilitatea următorului neuron. Dacă există suficiente molecule de neurotransmițător, dendritele următorului neuron se depolarizează și impulsul nervos nou format este propagat mai departe.

DE REȚINUT
Neurotransmițătorii ajung prin exocitoză în fanta sinaptică pentru a stimula sau inhiba următoarea celulă.

Neurotransmițătorii sunt sintetizați continuu și se găsesc în butonii terminali ai axonilor. La acest nivel, ei sunt stocați în vezicule delimitate de o membrană, numite **vezicule sinaptice**. Când un impuls nervos ajunge la butonul terminal, canalele de calciu voltaj-dependente se deschid și ionii de calciu din exterior pătrund în axon, determinând eliberarea neurotransmițătorilor din veziculele sinaptice prin exocitoză, la nivelul membranei presinaptice (Figura 10.9).

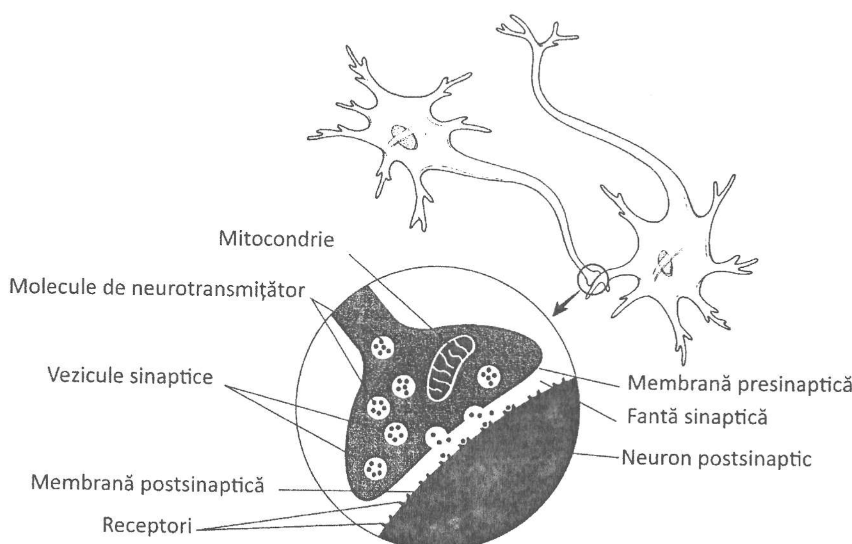


FIGURA 10.9 Activitatea sinaptică. Atunci când un potențial de acțiune ajunge la capătul axonului, moleculele de neurotransmițător (precum acetilcolina) sunt eliberate din veziculele sinaptice prin exocitoză, la nivelul membranei presinaptice. Moleculele traversează fanta sinaptică și se leagă de receptorii de pe suprafața membranei postsinaptice. Acest fenomen generează un potențial de acțiune în neuronul postsinaptic.

După ce difuzează în fanta sinaptică, neurotransmițătorii se leagă de receptorii aflați pe membrana dendritelor următorului neuron (membrana postsinaptică). Acești receptori sunt niște molecule proteice, care formează canale ionice. Aceste canale se deschid și permit intrarea ionilor de sodiu în dendrită. Dacă există un influx suficient de sodiu, are loc depolarizarea și este generat un nou impuls nervos.

Se cunosc peste 50 de tipuri diferite de neurotransmițători. Unul dintre cei mai cunoscuți neurotransmițători este **acetilcolina**. Aceasta este eliberată de către neuronii ce inervează mușchii scheletici la nivelul joncțiunii neuromusculare, pentru a declanșa

contracția musculară. Acetilcolina este eliberată și de unii neuroni din componenta vegetativă a SNP și de unii neuroni din creier. După ce acetilcolina se leagă de receptori, este descompusă de o enzimă denumită **colinesterază**, în interiorul sinapsei. Acest lucru permite ca stimulul să aibă o durată scurtă. Alți neurotransmițători sunt recuperați prin endocitoză, pentru a putea fi refolosiți.

Un alt neurotransmițător bine cunoscut este **noradrenalina (norepinefrina)**. Ea este eliberată de către neuronii simpatici pentru a declanșa reacția „fight or flight" („luptă sau fugi") (Capitolul 11) și, de asemenea, de către mulți neuroni din creier și din măduva spinării. Alți neurotransmițători sunt **adrenalina (epinefrina)** și **dopamina**. Noradrenalina, adrenalina și dopamina fac parte dintr-o clasă de substanțe organice numite **catecolamine**.

Alți neurotransmițători cunoscuți sunt serotonina, glutamatul, glicina și endorfinele (Tabelul 10.2). Unii neurotransmițători îndeplinesc diferite roluri în organism (unii sunt inhibitori), iar alții sunt identici cu hormonii secretați de glandele endocrine. Neurotransmițătorii sunt produși în zone diferite ale sistemului nervos; de exemplu, glutamatul este produs în special în cortexul cerebral, iar glicina mai mult în măduva spinării. Anumiți neurotransmițători excită neuronul postsinaptic și produc depolarizări și impulsuri nervoase denumite **potențiale postsinaptice excitatorii (PPSE)**. Alți neurotransmițători inhibă apariția impulsurilor nervoase în neuronul postsinaptic, prin menținerea canalelor de sodiu în stare închisă. Această inhibare duce la apariția **potențialelor postsinaptice inhibitorii (PPSI)**.

TABELUL 10.2 PROPRIETĂȚILE UNOR NEUROTRANSMIȚĂTORI

Neurotransmițătorul	Localizare	Acțiune
Acetilcolina	Joncțiuni neuromusculare, sistemul nervos vegetativ, creier	Excită mușchii, încetinește ritmul cardiac, transmite diverse semnale în sistemul nervos vegetativ și în creier
Noradrenalina (norepinefrina)	Sistemul nervos simpatic, creier	Reglează activitatea viscerelor și unele funcții cerebrale
Dopamina	Creier	Implicată în controlul unor funcții motorii
Serotonina	Creier, măduva spinării	Poate fi implicată în funcții mentale, ritmul circadian, reglarea somnului și a stării de veghe
Acidul gama-aminobutiric	Creier, măduva spinării	Inhibă diverși neuroni
Glicina	Măduva spinării	Inhibă diverși neuroni



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Sistemul nervos are două componente principale, numite sistem nervos central și ______________________.
2. Sistemul nervos central cuprinde creierul și ______________________.
3. Sistemul nervos periferic conține receptori localizați în ______________________.
4. Există 31 de perechi de nervi spinali și 12 perechi de ______________________.
5. Impulsurile nervoase din sistemul nervos central sunt transmise către glande și ______________________.
6. Cele două componente ale sistemului nervos periferic sunt componenta somatică și componenta ______________________.
7. Nervii senzitivi se mai numesc și ______________________.
8. Nervii motori se mai numesc și ______________________.
9. Un alt nume al celulei nervoase este ______________________.
10. Celulele de suport ale sistemului nervos se numesc ______________________.
11. În SNC, celulele gliale ce își înfășoară prelungirile citoplasmatice în jurul prelungirilor neuronilor și formează teaca de mielină se numesc ______________________.
12. Celulele gliale cu formă stelată și cu procese alungite ce formează bariera hemato-encefalică se numesc ______________________.
13. Celulele gliale care fagocitează microorganisme se numesc ______________________.
14. În SNP, celulele gliale care se înfășoară în jurul prelungirilor neuronilor se numesc ______________________.
15. În sistemul nervos periferic, celulele Schwann formează ______________________.
16. Unitatea structurală și funcțională a sistemului nervos este ______________________.
17. Neuronii cu mai multe dendrite și un singur axon se numesc ______________________.
18. Neuronii cu un axon și o singură dendrită se numesc ______________________.

19. Majoritatea neuronilor senzitivi sunt de tip ____________________.
20. Neuronii care transmit informații de la receptori către sistemul nervos central se numesc neuroni aferenți sau ____________________.
21. Neuronii motori transmit impulsurile de la sistemul nervos central către glande sau ____________________.
22. Neuronii motori se mai numesc și ____________________.
23. Neuronii ce conectează neuronii senzitivi cu cei motori sunt neuroni de asociație sau ____________________.
24. Nucleul și majoritatea organitelor apar în acea parte a neuronului care este numită ____________________.
25. Proteinele sunt sintetizate de către reticulul endoplasmatic al neuronului, denumit și ____________________.
26. Impulsurile sunt conduse dinspre corpul celular de către o prelungire lungă numită ____________________.
27. O fibră nervoasă este alcătuită din fascicule de ____________________.
28. La capătul axonului se găsesc mii de ramificații microscopice numite ____________________.
29. Substanțele chimice eliberate la capătul axonilor se numesc ____________________.
30. Învelișul care izolează axonul se numește ____________________.
31. Între mai multe celule Schwann succesive sau între prelungiri succesive ale oligodendrocitelor se află spații numite ____________________.
32. Deteriorarea mielinei poate avea ca rezultat o afecțiune numită ____________________.
33. Porțiunea externă a tecii de mielină ce înconjoară axonul se numește ____________________.
34. Un nerv este alcătuit din câteva grupări de axoni și/sau dendrite, fiecare grupare fiind denumită și ____________________.
35. Corpurile celulare ale neuronilor sunt adesea grupate în structuri numite ____________________.
36. Prima activitate care are loc în cursul reacției organismului la un stimul se numește ____________________.
37. Un neuron ce nu transmite impulsuri nervoase este un ____________________.
38. Deoarece interiorul și exteriorul membranei unui neuron în repaus au sarcini electrice opuse, se spune că neuronul este ____________________.

39. Diferența de potențial electric din neuronul în repaus se numește ____________________.

40. În exteriorul membranei unui neuron în repaus există o mare concentrație de ____________________.

41. În exteriorul membranei unui neuron în repaus, sarcina electrică este ____________________.

42. Pentru a menține în funcțiune pompa de sodiu-potasiu, trebuie furnizată energie de către ____________________.

43. Un alt nume pentru impulsul nervos este ____________________.

44. După ce impulsul nervos s-a propagat mai departe în axon, membrana neuronului trebuie să se ____________________.

45. În stare depolarizată, se spune despre neuron că este ____________________.

46. Neuronii generează un impuls nervos de aceeași intensitate, indiferent de intensitatea stimulului; acest fenomen se numește ____________________.

47. Joncțiunea dintre doi neuroni se numește ____________________.

48. Spațiul din interiorul sinapsei în care sunt eliberați neurotransmițătorii se numește ____________________.

49. Neurotransmițătorul care stimulează mușchii la nivelul joncțiunii neuromusculare este ____________________.

50. Neurotransmițătorul eliberat de neuronii simpatici pentru a declanșa reacția „fight or flight" este ____________________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Sistemul nervos periferic este alcătuit din
   - A. creier și nervi cranieni
   - B. receptori senzoriali și nervi
   - C. creier și măduva spinării
   - D. măduva spinării și receptori senzoriali

2. Creierul și măduva spinării sunt componente ale
   - A. sistemului nervos periferic
   - B. sistemului nervos autonom
   - C. sistemului nervos senzorial
   - D. sistemului nervos central

3. Nervii simpatici și parasimpatici aparțin
   - A. sistemului nervos central
   - B. sistemului nervos senzorial
   - C. sistemului nervos autonom
   - D. sistemului nervos cranian

4. Următoarele sunt tipuri de nevroglii, *cu excepția*
    A. astrocitelor
    B. microgliilor
    C. oligodendrocitelor
    D. limfocitelor

5. Celulele Schwann sunt localizate pe neuroni
    A. la nivelul corpilor Nissl
    B. la nivelul prelungirilor
    C. în astrocite
    D. în nucleu

6. În sistemul nervos
    A. se găsesc mai multe celule gliale decât neuroni
    B. se găsesc mai mulți neuroni decât celule gliale
    C. există același număr de neuroni și de celule gliale
    D. nu se găsesc celule gliale

7. Neuronii bipolari au
    A. un singur corp Nissl și un singur corp Golgi
    B. doi ribozomi în fiecare corp celular
    C. un axon și o dendrită
    D. două origini în receptorii senzoriali

8. Următoarele afirmații despre interneuroni (neuroni de asociație) sunt adevărate, *cu excepția*
    A. nu au axoni
    B. se găsesc în sistemul nervos central
    C. conectează între ei neuronii motori cu cei senzitivi
    D. primesc informații de la neuronii senzitivi

9. Funcția dendritelor este
    A. interpretarea impulsurilor nervoase
    B. sinteza proteinelor
    C. conțin nucleul celulei
    D. conducerea impulsurilor nervoase spre corpul celular

10. Fasciculele de axoni se reunesc sub forma
    A. fibrelor nervoase
    B. dendritelor
    C. neurilemelor
    D. microgliilor

11. Neurotransmițătorii sunt eliberați de neuroni la nivelul
    A. mitocondriilor
    B. butonilor terminali ai dendritelor
    C. butonilor terminali ai axonilor
    D. corpilor Golgi

12. Axonul nu este înconjurat de mielină
    A. la nivelul corpului celular
    B. la nivelul nodurilor Ranvier
    C. în creier
    D. în sistemul nervos vegetativ

13. Scleroza multiplă este cauzată de
    A. deteriorarea mielinei
    B. absența terminațiilor axonale
    C. incapacitatea de a elibera neurotransmițători
    D. lipsa celulelor Schwann

14. Perinervul și epinervul sunt asociate cu
    A. neurilema
    B. dendritele
    C. nervii
    D. nevrogliile

15. Efectorii primari ai activității nervoase sunt
    A. neuronii
    B. oasele și glandele
    C. axonii și dendritele
    D. glandele și mușchii

16. Sinapsa apare
    A. între corpul celular și axoni
    B. numai în receptorii senzoriali
    C. între dendrite și corpul celular
    D. între doi neuroni

17. Într-un neuron în repaus, suprafața internă a membranei celulare
    A. are o sarcină electrică pozitivă
    B. nu are sarcină electrică
    C. are o sarcină electrică negativă
    D. are atât o sarcină pozitivă, cât și una negativă

18. Un neuron în repaus
    A. este polarizat
    B. nu are teacă de mielină
    C. are axoni, dar nu are dendrite
    D. nu are citoplasmă

19. Un impuls nervos reprezintă
    A. un corp Nissl
    B. potențialul de acțiune
    C. potențialul de repaus
    D. potențialul sinaptic

20. Ionii care menţin dezechilibrul ionic într-un neuron în repaus sunt
    A. sulful şi borul
    B. oxigenul şi carbonul
    C. beriliul şi radonul
    D. potasiul şi sodiul

21. Sub acţiunea unui stimul, membrana neuronală
    A. se contractă
    B. se depolarizează
    C. se extinde
    D. începe să sintetizeze proteine

22. După trecerea impulsului, neuronul se repolarizează prin efluxul de
    A. izotopi de carbon
    B. ioni de hidrogen
    C. atomi de oxigen
    D. ioni de potasiu

23. O sinapsă dintre un neuron şi un muşchi se numeşte
    A. desmozom
    B. joncţiune „gap"
    C. joncţiune neuromusculară
    D. joncţiune sinovială

24. Următoarele substanţe pot fi neurotransmiţători, *cu excepţia*
    A. pitresinei
    B. noradrenalinei
    C. acetilcolinei
    D. dopaminei

25. După ce a fost utilizată într-o sinapsă, acetilcolina este
    A. lăsată neatinsă
    B. descompusă
    C. convertită într-o enzimă
    D. convertită în ioni de potasiu

SECŢIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul* <u>*subliniat*</u> *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Cele două componente principale ale sistemului nervos sunt sistemul nervos periferic şi sistemul nervos <u>intern</u>.

2. Nervii aferenţi se mai numesc şi nervi <u>motori</u>.

3. Cele două tipuri principale de celule din sistemul nervos sunt neuronii şi celulele <u>gliale</u>.

4. Oligodendrocitele cu formă stelată sunt celule gliale care contribuie la formarea barierei hematoencefalice prin prelungirile lor lungi.
5. Nevrogliile au funcție de suport pentru celulele nervoase.
6. Neuronii cu o singură prelungire, care servește atât drept axon, cât și drept dendrită, se numesc neuroni bipolari.
7. Neuronii motori transmit impulsuri dinspre sistemul nervos periferic către mușchi și glande.
8. Una din funcțiile neuronilor de asociație este cea de conectare a neuronilor senzitivi cu cei aferenți.
9. Nucleul neuronului se găsește în axon.
10. Prelungirile neuronale specializate în recepționarea impulsurilor sunt axonii.
11. Un cordon nervos este un fascicul de axoni și/sau dendrite.
12. Substanțele chimice denumite neurotransmițători sunt eliberate de către neuroni la nivelul butonilor sinaptici.
13. La nivelul nodurilor Ranvier de la nivelul dendritelor există mielină.
14. Substanța albă cerebrală își datorează culoarea citoplasmei ce înconjoară celulele nervoase.
15. Un ganglion este constituit dintr-o grupare de corpi neuronali.
16. Locul în care un axon se apropie de o dendrită, fără a intra în contact cu aceasta, se numește sinergism.
17. Un neuron în repaus este polarizat datorită diferenței dintre sarcinile electrice de pe fețele membranei sale celulare.
18. În exteriorul membranei celulare a unui neuron în repaus concentrația de ioni de hidrogen este de 10 ori mai mare decât în interiorul său.
19. Energia necesară pompei de sodiu-potasiu provine din moleculele de NAD din citoplasma neuronului.
20. Pentru a provoca un impuls nervos, un stimul alterează potențialul de repaus prin creșterea permeabilității membranei nucleare.
21. Un potențial de acțiune, o undă de depolarizare, reprezintă același lucru ca un impuls nervos.
22. Un impuls de aceeași intensitate va fi generat în celula nervoasă indiferent de puterea stimulului, odată ce pragul declanșării a fost atins. Acest fenomen poartă numele de legea intensității prag.
23. Fără neurotransmițători precum acetilcolina, un impuls nervos nu poate fi propagat într-o sinapsă.

24. Procesul de endocitoză permite eliberarea neurotransmițătorilor în fanta sinaptică.

25. Cei trei neurotransmițători din grupa catecolaminelor sunt dopamina, adrenalina și noradrenalina.

SECȚIUNEA D - Studiu de caz

Mary are scleroză multiplă. Nu își poate focaliza privirea decât cu greutate și se împiedică frecvent pe drumul spre muncă. Simptomele ei sunt provocate de demielinizarea neuronilor din sistemul nervos central. Care dintre celulele din sistemul nervos central al lui Mary sunt afectate în mod direct de boală? Care sunt efectele la nivel celular?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A - Completare

1. sistemul nervos periferic
2. măduva spinării
3. organele de simț
4. nervi cranieni
5. mușchi
6. autonomă (vegetativă)
7. aferenți
8. eferenți
9. neuronul
10. celule gliale
11. oligodendrocite
12. astrocite
13. microglii
14. celule Schwann
15. teaca de mielină
16. neuronul
17. neuroni multipolari
18. neuroni bipolari
19. pseudounipolar
20. neuroni senzitivi
21. mușchi
22. neuroni eferenți
23. interneuroni
24. corpul celular
25. corpul Nissl
26. axon
27. axoni și/sau dendrite
28. terminații axonale
29. neurotransmițători
30. teaca de mielină
31. noduri Ranvier
32. scleroză multiplă
33. neurilemă
34. fascicul
35. ganglioni
36. recepție
37. neuron în repaus
38. polarizat
39. potențial de repaus
40. ioni de sodiu
41. pozitivă
42. ATP
43. potențial de acțiune
44. repolarizeze
45. refractar
46. legea „totul sau nimic"
47. sinapsă
48. fantă sinaptică
49. acetilcolina
50. noradrenalina/norepinefrina

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

1. B
2. D
3. C
4. D
5. B
6. A
7. C
8. A
9. D
10. A
11. C
12. B
13. A
14. C
15. D
16. D
17. C
18. A
19. B
20. D
21. B
22. D
23. C
24. A
25. B

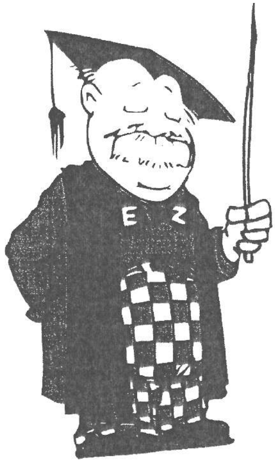
SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. central
2. senzitivi
3. A
4. astrocitele
5. A
6. pseudounipolari
7. central
8. motori sau eferenți
9. corpul celular
10. dendritele
11. o fibră nervoasă
12. A
13. nu există mielină
14. mielinei
15. A
16. sinapsă
17. A
18. sodiu
19. ATP
20. membranei celulare
21. A
22. „totul sau nimic"
23. A
24. exocitoză
25. A

SECȚIUNEA D - Studiu de caz

Scleroza multiplă atacă oligodendrocitele, acestea încetând să mai mielinizeze neuronii. Din această cauză, potențialele de acțiune sunt mai lente decât în mod normal, afectând coordonarea mișcărilor și recepționarea de informații vizuale în mod coordonat.

11



Organizarea sistemului nervos

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie organizarea sistemului nervos. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți substanța cenușie de cea albă;
- identificați straturile, spațiile și structurile asociate cu meningele și lichidul cefalorahidian;
- identificați zonele funcționale ale măduvei spinării;
- identificați structura, caracteristicile și funcțiile diferitelor componente ale creierului;
- localizați zonele funcționale ale creierului;
- caracterizați sistemul limbic;
- descrieți funcțiile nervilor cranieni și spinali;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul nervos uman are două mari subdiviziuni: sistemul nervos central și sistemul nervos periferic (Tabelul 11.1).

Sistemul nervos central (SNC) este compus din creier și măduva spinării. Aceste organe sunt alcătuite în principal din corpi celulari și axoni aparținând interneuronilor. Craniul și coloana vertebrală protejează creierul, respectiv măduva spinării. Organele de simț sunt localizate în apropierea creierului (Capitolul 12), această proximitate reducând distanța pe care impulsurile nervoase trebuie să o străbată pentru a fi interpretate.

Sistemul nervos periferic (SNP) este alcătuit în principal din axonii și dendritele neuronilor senzitivi și motori. Corpii celulari ai acestor neuroni sunt localizați în sistemul nervos central sau în vecinătatea lui. Axonii și dendritele se extind pornind de la sistemul nervos central sub formă de **nervi**. Majoritatea nervilor sunt denumiți „micști" din cauza prezenței simultane a elementelor senzitive și a celor motorii. Sistemul nervos periferic informează sistemul nervos central despre stimulii primiți din mediul înconjurător și transmite răspunsurile către efectori (glande și mușchi).

TABELUL 11.1 ORGANIZAREA SISTEMULUI NERVOS UMAN

Sistemul nervos central	Sistemul nervos periferic
Creierul	Nervi cranieni ce aparțin creierului 1. Fibre somatice realizează conexiuni cu pielea și mușchii scheletici 2. Fibre vegetative ce relaționează cu organe viscerale
Măduva spinării	Nervi spinali cu originea în măduva spinării 1. Fibre somatice care conectează pielea și mușchii scheletici cu măduva spinării 2. Fibre vegetative care conectează organele viscerale cu măduva spinării

SISTEMUL NERVOS CENTRAL

Sistemul nervos central este principalul centru de interpretare a informației din organism. Este compus din creier, care se continuă cu măduva spinării.

MĂDUVA SPINĂRII ȘI MENINGELE

La adultul normal, **măduva spinării** este un cordon de țesut nervos cu o lungime de aproximativ 45 cm (Figura 11.1). Se extinde în jos dinspre creier, prin canalul osos format de vertebre. Măduva spinării este o continuare a creierului, începând în locul în care țesutul nervos părăsește cutia craniană la nivelul foramen magnum (găurii mari) din osul occipital. Măduva spinării se subțiază la capăt și se termină în apropierea discului intervertebral ce separă prima și a doua vertebră lombară.

Partea superficială (externă) a măduvei spinării este albă (**„substanța albă"**) datorită aglomerării de teci de mielină ce învelesc fibrele nervoase. Porțiunea internă este de culoare cenușie (**„substanța cenușie"**) deoarece este alcătuită în principal din corpi neuronali și interneuroni amielinici.

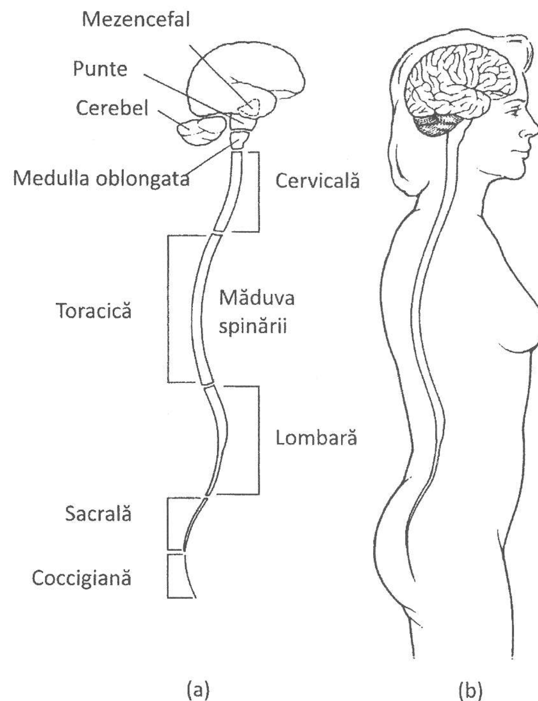


FIGURA 11.1 Anatomia generală a sistemului nervos central uman. (a) Principalele regiuni ale creierului și ale măduvei spinării. (b) Localizarea sistemului nervos central în organism.

Măduva spinării este înconjurată și protejată de trei membrane care poartă împreună numele de **meninge**: dura mater, arahnoida și pia mater. **Dura mater** este stratul exterior și conține un țesut conjunctiv fibros rezistent, cu multe vase de sânge și nervi. **Arahnoida** este un strat subțire, cu aspect de rețea, cu vase sanguine ce reabsorb lichidul cefalorahidian. **Pia mater** este un strat foarte subțire, bogat vascularizat (Figura 11.2).

DE REȚINUT
Creierul și măduva spinării sunt învelite de trei straturi meningeale: dura mater, arahnoida și pia mater.

Cele trei straturi meningeale se extind și dincolo de creier și formează compartimente.

Spațiul dintre arahnoidă și pia mater se numește **spațiu subarahnoidian** și conține un lichid clar, apos, numit **lichid cefalorahidian**. Acest lichid se regăsește și în canalul central (ependimar) al măduvei spinării și în interiorul cavităților (ventriculilor) creierului. Este un lichid asemănător cu limfa, ce servește nevoilor nutriționale și gazoase ale celulelor nervoase din SNC. Pentru a obține o probă din acest lichid în vederea efectuării analizelor când se suspectează o boală a sistemului nervos se folosește o procedură denumită „puncție rahidiană".

Din părțile laterale ale măduvei spinării pornesc 31 de perechi de prelungiri numite **rădăcini nervoase**. Rădăcinile mai apropiate de partea dorsală a corpului se numesc **rădăcini nervoase dorsale**, aici găsindu-se corpii celulari și axonii nervilor senzitivi ce se îndreaptă spre măduva spinării. Rădăcinile mai apropiate de partea ventrală a corpului se numesc **rădăcini nervoase ventrale** (Figura 11.3). Ele conțin axonii neuronilor motori ce pleacă dinspre măduva spinării. Lezarea rădăcini-

DE REȚINUT
Rădăcinile nervoase dorsale transmit informații senzitive, iar rădăcinile ventrale transmit comenzi spre mușchii scheletici.

lor dorsale are ca rezultat pierderea senzațiilor provenite de la receptori (**anestezie**), iar lezarea rădăcinilor ventrale duce la incapacitatea de a răspunde la stimuli (**paralizie**). Rădăcinile dorsale și ventrale iau naștere din **coarnele posterioare** și **anterioare** ale măduvei spinării.

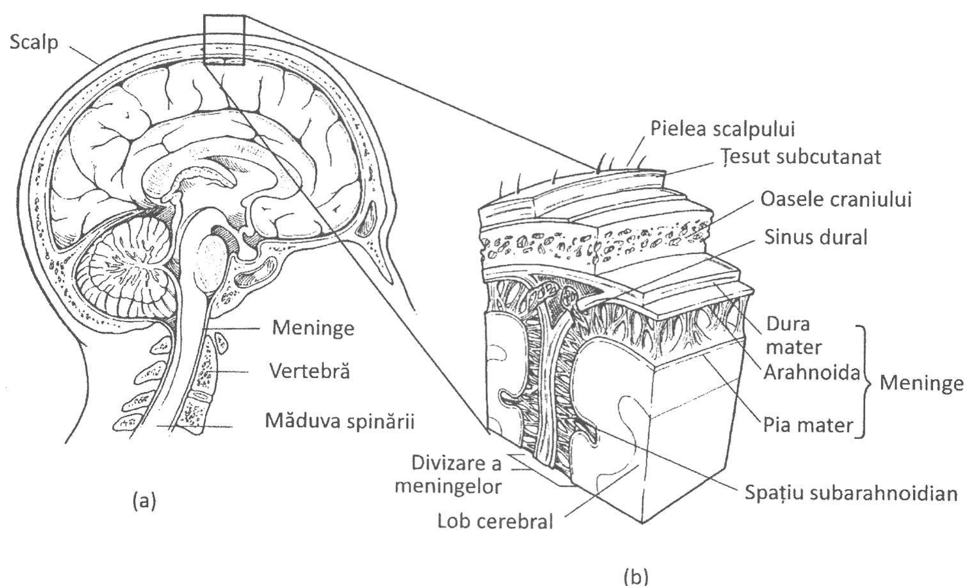


FIGURA 11.2 Structurile ce învelesc sistemul nervos. (a) Relațiile dintre creier și măduva spinării și oasele ce le înconjoară. (b) Detalii ale celor trei straturi ale meningelui.

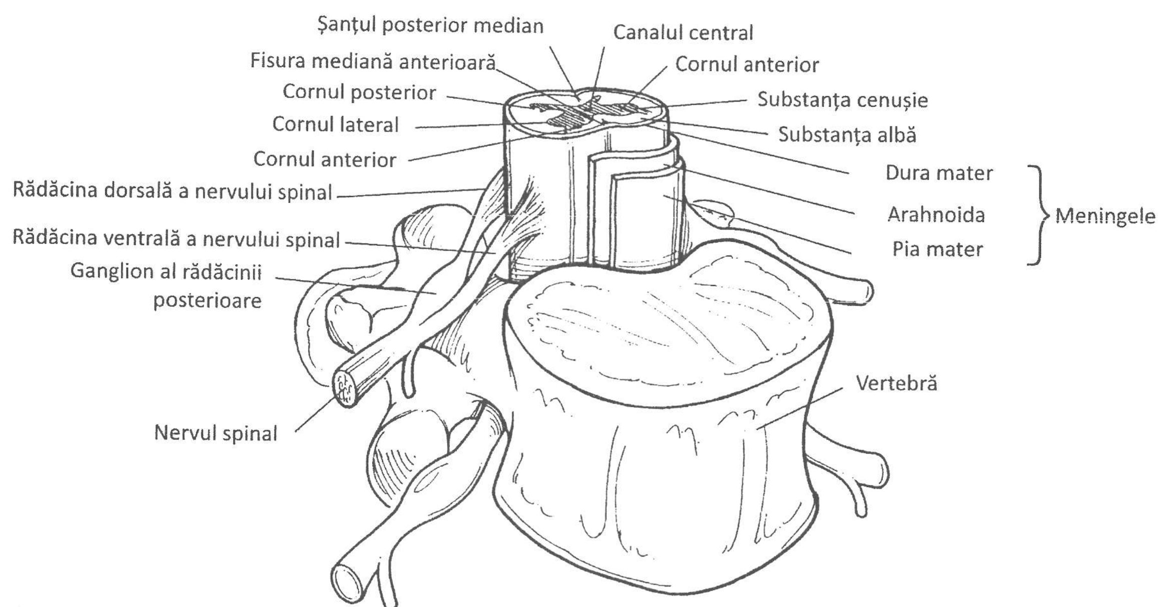


FIGURA 11.3 Secțiune transversală prin măduva spinării. Țesutul nervos este învelit de trei straturi meningeale și este înconjurat de vertebre. Observați rădăcinile nervoase dorsale și ventrale ce pleacă din măduva spinării (rădăcinile dorsale sunt dilatate din cauza prezenței corpilor celulari ai neuronilor senzitivi). Rădăcinile își au originea în coarnele posterioare, respectiv anterioare.

Măduva spinării are două funcții principale în coordonarea nervoasă, servind drept centru coordonator pentru arcul reflex și drept rețea de legătură între sistemul nervos periferic și creier. Această legătură este realizată de axonii interneuronilor ce pleacă din măduva spinării și au traiect ascendent, fiind grupați sub forma unor **tracturi nervoase** numite **tracturi ascendente**. Alte tracturi nervoase transportă informația dinspre creier înspre efectori (mușchi și glande), fiind denumite **tracturi descendente**. Aceste conexiuni nervoase furnizează un sistem de comunicație bidirecțională între creier, mușchi și glande.

ENCEFALUL

Encefalul este centrul de organizare și procesare al sistemului nervos (Figura 11.4). Este, de asemenea, centrul conștienței, senzațiilor, memoriei și a coordonării. Encefalul recepționează impulsuri nervoase de la măduva spinării și de la cele 12 perechi de nervi cranieni ce inervează organele de simț, mușchii și glandele. În urma acestora, el generează reacții adecvate și le transmite prin intermediul neuronilor motori. Encefalul este, de asemenea, inițiatorul unor activități ca, spre exemplu, memoria.

Encefalul conține două **emisfere**, dreaptă și stângă. Este acoperit de meninge (ca și măduva spinării) și înconjurat de lichid cefalorahidian, care apare în cavitățile cerebrale (ventriculii cerebrali) și în spațiul subarahnoidian. Encefalul dispune și de o vastă rețea de capilare cu rol în schimbul de nutrimente și de gaze și în îndepărtarea produșilor reziduali. Acest organ consumă aproximativ 25% din cantitatea totală de oxigen utilizată în organism și este extrem de sensibil la scăderea nivelului de oxigen sau glucoză.

Zonele superficiale și cele aflate în centrul encefalului poartă numele de „substanță cenușie", deoarece sunt formate din corpii neuronilor și interneuroni amielinici. Aceste zone sunt conectate între ele de către axoni mielinici, denumiți „substanța albă" datorită culorii mielinei. Encefalul este împărțit în trei structuri principale: creierul, cerebelul și trunchiul cerebral.

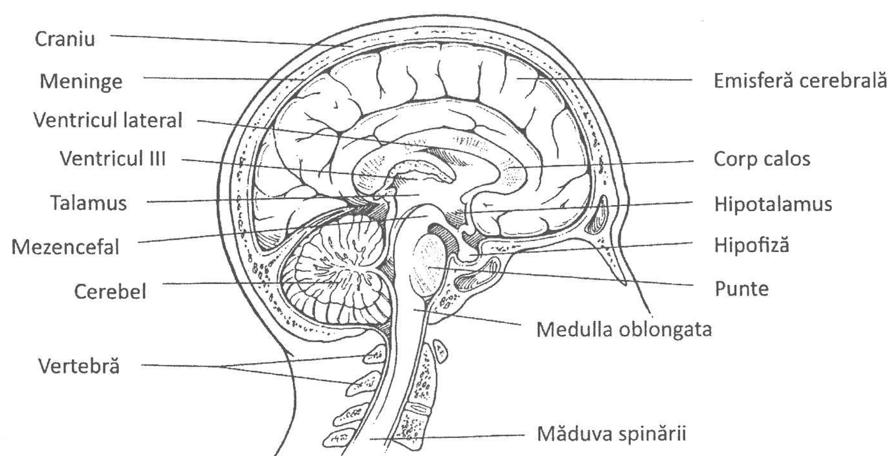


FIGURA 11.4 Encefalul uman în cutia craniană, în secțiune sagitală. Observați diversele structuri prezentate și relațiile dintre ele.

CREIERUL

Creierul reprezintă cea mai mare parte a encefalului și conține centri nervoși senzitivi și motori. El controlează funcții mentale complexe și constă din două emisfere unite printr-o punte alcătuită din fibre nervoase numită **corp calos**. Suprafața emisferelor cerebrale conține numeroase **circumvoluțiuni**, numite și **girusuri**, și numeroase adâncituri. O adâncitură superficială este denumită **șanț**, iar una adâncă se numește **fisură**.

Emisferele cerebrale conțin peste 10 miliarde de neuroni. Fiecare emisferă este împărțită în patru lobi: **lobul frontal**, în partea anterioară; **lobul parietal**, în spatele lobului frontal, separat de acesta prin **șanțul central**; **lobul temporal**, situat sub lobul frontal și despărțit de acesta prin **șanțul lateral, și lobul occipital**, în partea posterioară a fiecărei emisfere. O altă zonă a emisferelor se numește **insulă**, fiind localizată profund și acoperită de unele porțiuni ale lobilor frontal, parietal și temporal.

Emisferele cerebrale conțin neuroni ce interpretează impulsurile provenite de la organele de simț și inițiază răspunsuri voluntare la stimuli. Ele sunt centrul rațiunii și al memoriei și determină, în mare măsură, inteligența și personalitatea unui individ.

Aria motorie principala este localizată în lobul frontal (Figura 11.5). Aici se găsesc neuroni piramidali de talie mare. Impulsurile provenite de la acești neuroni se încrucișează prin intermediul **tractului corticospinal** și stimulează ariile motorii ale organismului situate în partea opusă. **Aria lui Broca** este o regiune a lobului frontal răspunzătoare de activitatea motorie legată de vorbire și de planificarea vorbirii. **Ariile senzitive** se găsesc în mai mulți lobi. Aceste arii sunt răspunzătoare pentru senzații, sentimente și emoții. Lobii temporali conțin zone pentru auz, iar cei occipitali, zone pentru văz. Aria responsabilă pentru simțul mirosului este situată profund, în interiorul emisferelor cerebrale.

Alte regiuni ale creierului, în special arii ale lobului frontal, sunt asociate cu învățarea, rațiunea, anticiparea și creativitatea. Anumite regiuni ale lobilor parietali răspund de înțelegerea vorbirii și exprimarea ideilor. Senzațiile vizuale sunt interpretate în lobii occipitali.

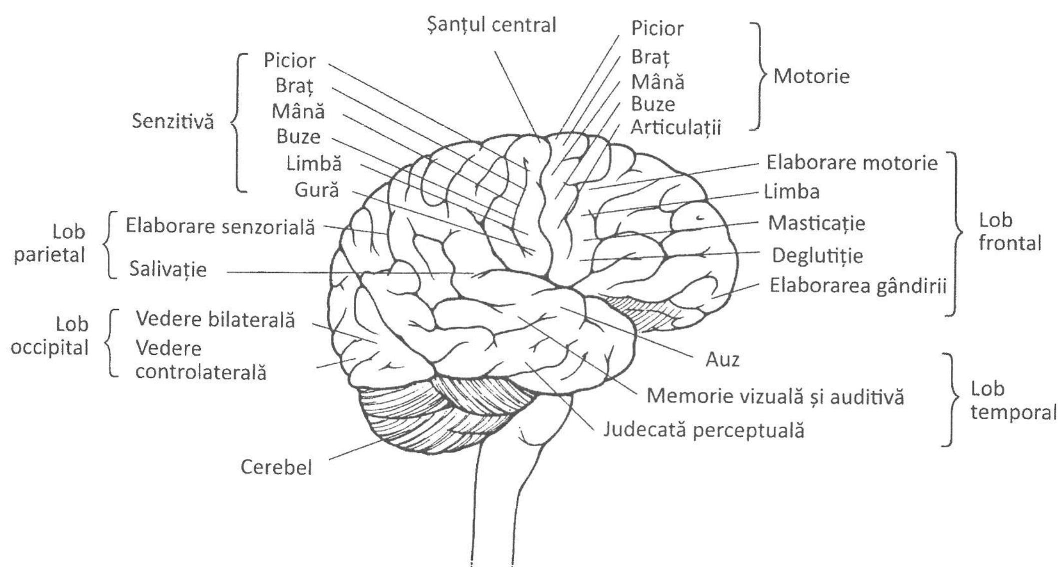


FIGURA 11.5 O vedere din lateral dreapta a creierului evidențiind lobii și ariile importante, precum și funcțiile controlate de acestea.

În emisferele cerebrale se găsesc o serie de cavități interconectate numite **ventriculi**. Ventriculii conțin lichid cefalorahidian, ce servește nevoilor nutriționale ale celulelor nervoase și se varsă în canalul central al măduvei spinării. Există doi ventriculi laterali în interiorul emisferelor, iar un al treilea se găsește în apropierea corpului calos. Al patrulea ventricul este localizat în trunchiul cerebral (Figura 11.6).

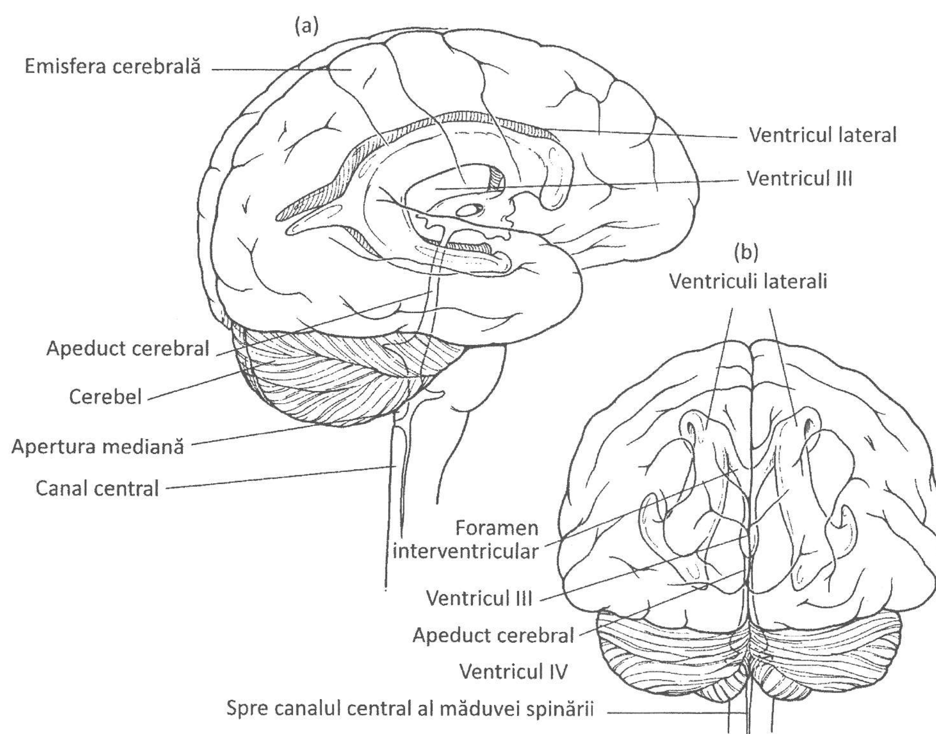


FIGURA 11.6 Ventriculii cerebrali: (a) Vedere laterală stânga; (b) Vedere dorsală.

CEREBELUL

Cerebelul este o masă de substanță cenușie și albă, situată înapoia trunchiului cerebral, care coordonează activitățile motorii. Cerebelul primește stimuli de la creier și de la receptorii senzoriali pentru a determina ce mușchi trebuie să se contracte. Spre exemplu, în timpul mersului, cerebelul determină care mușchi trebuie utilizați, precum și secvența și intensitatea contracțiilor.

Cerebelul constă din două emisfere separate parțial de către un strat de dura mater. Cerebelul comunică cu alte părți ale sistemului nervos central prin intermediul a trei tracturi nervoase denumite **pedunculi cerebelari**. În calitate de centru reflex pentru coordonarea activității mușchilor scheletici, cerebelul ajută la menținerea posturii și la secvențialitatea mersului.

DIENCEFALUL

Diencefalul este regiunea situată deasupra mezencefalului, între emisferele cerebrale. Cuprinde în interior ventriculul al treilea și este organizat sub formă de mase de substanță cenușie denumite **nuclei**. Unul dintre aceștia, numit **talamus**, este un centru integrativ al impulsurilor senzitive (Tabelul 11.2 prezintă, pe scurt, aceste funcții).

TABELUL 11.2 O PREZENTARE CONCISĂ A COMPONENTELOR CREIERULUI ȘI A FUNCȚIILOR ACESTORA

Componentă	Funcții specifice
Bulbul rahidian / Medulla oblongata	Primește și integrează semnale de la măduva spinării; Trimite semnale către cerebel și talamus; Conține centri ce reglează frecvența cardiacă, presiunea sanguină, frecvența respiratorie, tusea și alte activități involuntare
Puntea	Are funcție de releu între medulla oblongata și părțile superioare ale creierului, între emisferele cerebelare și între cerebel și emisferele cerebrale
Mezencefalul	Are funcție de releu pentru semnalele senzitive între măduva spinării și talamus, și pentru semnalele motorii între cortexul cerebral, punte și măduva spinării; Controlează mișcările reflexe ale capului și ale globilor oculari ca răspuns la stimuli vizuali; Controlează mișcările reflexe ale capului și trunchiului ca răspuns la stimuli auditivi
Talamusul	Direcționează toate semnalele senzoriale (cu excepția mirosului) spre cortexul cerebral; Direcționează semnalele motorii dinspre cortexul cerebral înspre măduva spinării; Direcționează către cortexul cerebral semnale care mențin starea de veghe; Procesează senzații brute
Hipotalamusul	Primește semnale senzoriale de la organele interne prin intermediul talamusului și utilizează aceste semnale pentru a controla acțiunile sistemului nervos vegetativ, și glanda hipofiză (pituitară), menținând astfel homeostazia organismului; Furnizează o corelare structurală și funcțională între sistemul nervos și cel endocrin prin relația cu glanda hipofiză; Împreună cu sistemul limbic, participă la reacția fiziologică față de experiențele emoționale
Cerebelul	Primește semnale senzoriale de la ochi; Coordonează echilibrul și receptorii din mușchi, tendoane și articulații, relaționați cu activitatea motorie
Creierul	Conține arii care recepționează și integrează semnale senzoriale (aria senzitivă somatică, aria vizuală, aria auditivă) și care inițiază semnale motorii pentru mișcări voluntare (aria somatică motorie, aria vorbirii); Conține arii de asociație în care sunt interpretate semnalele senzoriale, sunt stocate amintirile și au loc procese complexe de procesare; Conține tracturi de fibre de asociație care au rol de releu între cortexul cerebral și alte zone ale sistemului nervos
Nucleii bazali	Ajută la controlarea tonusului muscular și la coordonarea mișcărilor voluntare
Sistemul limbic	Conține centrii plăcerii și pedepsei; Are rol în generarea sentimentelor și emoțiilor; Hipocampul stabilește care amintiri sunt stocate
Formațiunea reticulară	Conține nuclei implicați în starea de veghe și somn

O altă parte componentă a diencefalului este **hipotalamusul**. Acesta transmite şi primeşte semnale spre şi dinspre creier şi talamus. Neuronii hipotalamusului produc hormoni, printre care şi pe cei ce controlează glanda hipofiză (pituitară). Unii din aceşti hormoni sunt stocaţi în glanda hipofiză, care îi şi eliberează. Aceşti hormoni reglează activitatea mai multor organe viscerale. Senzaţia de foame, reglarea greutăţii, temperaturii corporale şi echilibrului hidric sunt, de asemenea, asociate cu hipotalamusul.

Sistemul limbic cuprinde o serie de structuri situate în jurul trunchiului cerebral. El este implicat în emoţiile legate de supravieţuire, fiind astfel asociat cu sentimente precum teama, furia, plăcerea şi supărarea. Prin urmare, poate avea o influenţă substanţială asupra comportamentului unei persoane.

TRUNCHIUL CEREBRAL

Ţesutul nervos care conectează creierul cu măduva spinării conţine un număr de structuri cunoscute sub numele colectiv de **trunchi cerebral**. Acestea sunt mezencefalul, puntea şi bulbul rahidian (medulla oblongata).

Mezencefalul este situat între punte şi diencefal (Figura 11.7). Fibrele nervoase ale mezencefalului se unesc cu celelalte segmente ale trunchiului cerebral şi ale măduvei spinării în traseul lor spre creier, iar neuronii localizaţi aici au funcţia de centri reflecşi. Pe partea inferioară a mezencefalului se găsesc tracturi corticospinale care unesc creierul cu măduva spinării.

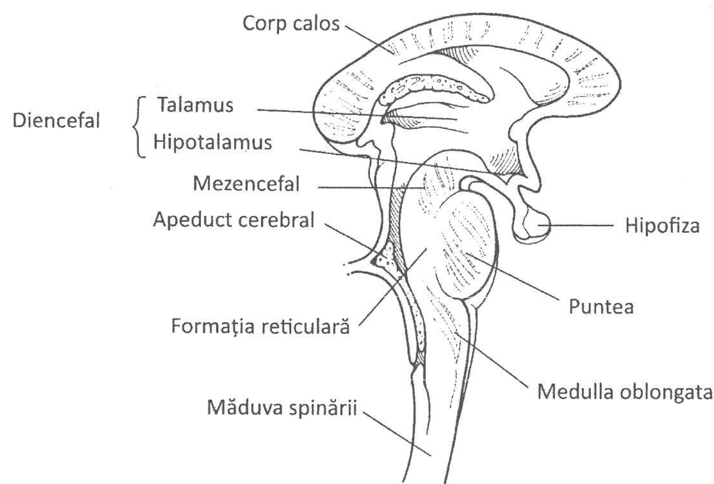


FIGURA 11.7 Componentele trunchiului cerebral şi ale diencefalului. În sens descendent, principalele structuri sunt diencefalul, mezencefalul, puntea şi bulbul rahidian (medulla oblongata).

Trunchiul cerebral prezintă o proeminenţă denumită **punte**, care separă mezencefalul de bulbul rahidian (medulla oblongata). Puntea conţine în principal fibre nervoase care transmit mesaje dinspre medulla oblongata înspre creier şi înapoi.

Bulbul rahidian (medulla oblongata) este partea superioară, dilatată, a măduvei spinării, care o conectează cu restul structurilor aflate în cutia craniană. Acesta reprezintă un pasaj pentru nervii care vin de la creier şi trec prin bulb spre măduva spinării. Toate fibrele nervoase descendente trec prin medulla oblongata; unele dintre aceste fibre se intersectează formând **decusaţia piramidală**. Datorită acestei decusaţii, impulsurile

nervoase provenite dintr-o parte a corpului ajung la emisfera cerebrală de pe partea opusă. În medulla oblongata se găsește cel de-al patrulea ventricul.

În interiorul bulbului rahidian (medulla oblongata) se găsesc nuclei ce servesc drept centri de control ai unor activități precum contracția cardiacă, vasoconstricția, reglarea respirației, strănutul, tusea, voma și deglutiția.

Medulla oblongata conține și o rețea de fibre nervoase numite **formațiunea reticulară**, care se extind în punte și mezencefal. Aceste fibre sunt răspunzătoare pentru activarea cortexului cerebral la primirea impulsurilor senzoriale. Prin urmare, ele pregătesc cortexul pentru interpretarea acestor impulsuri și stimulează procesele cognitive.

SISTEMUL NERVOS PERIFERIC

Creierul și măduva spinării sunt conectate cu celelalte părți ale corpului și cu mediul înconjurător prin intermediul unui complex de nervi și celule nervoase numit **sistem nervos periferic**. Acesta conține totalitatea țesutului nervos aflat în afara creierului și a măduvei spinării, fiind compus în principal din nervi periferici, ganglionii asociați cu aceștia și receptorii senzoriali. Fibrele nervoase pot fi aferente sau eferente. **Fibrele nervoase aferente** conduc impulsurile nervoase înspre sistemul nervos central, iar **fibrele nervoase eferente** le conduc în sens invers. Aproape toți nervii periferici sunt nervi micști, conținând ambele tipuri de fibre. Fibrele aferente (senzitive) iau naștere în structurile senzitive. Fibrele eferente (motorii) iau naștere din sistemul nervos central și cuprind fibre somatice și fibre autonome (vegetative). **Fibrele nervoase somatice** inervează mușchii scheletici, pe când **fibrele nervoase autonome (vegetative)** inervează mușchii netezi, mușchiul cardiac și glandele.

NERVII CRANIENI ȘI SPINALI

Sistemul nervos periferic transmite impulsuri nervoase senzitive către sistemul nervos central, unde acestea sunt interpretate. Acest sistem transmite și impulsuri provenite de la sistemul nervos central către efectori (mușchi și glande), în cazul în care este necesară o reacție. Prin intermediul acestui sistem, suntem în permanență relaționați cu mediul înconjurător și putem reacționa la modificările acestuia.

Sistemul nervos periferic este alcătuit din 12 perechi de nervi cranieni și 31 de perechi de nervi spinali. Cele 12 perechi de **nervi cranieni** aparțin diferitelor zone ale encefalului și trec pe dedesubtul creierului (Figura 11.8).

Majoritatea nervilor cranieni conțin atât axoni motori, cât și axoni senzitivi, dar unii conțin doar axoni senzitivi, ca de exemplu nervii olfactivi și optici. Alți nervi cranieni, ce controlează în principal efectorii, conțin axoni motori.

Nervii cranieni sunt denumiți utilizând numere și nume separate pentru fiecare (Tabelul 11.3 indică numele, numerele și funcțiile nervilor cranieni). Corpii neuronilor senzitivi se află grupați sub forma unor mase nervoase localizate în afara creierului, numite **ganglioni**. Corpii neuronilor motori sunt situați de obicei în substanța cenușie. Nervul optic este, de fapt, o extensie a creierului, învelit de meninge și mielinizat de către oligodendrocite, astfel încât lui nu i se aplică această descriere.

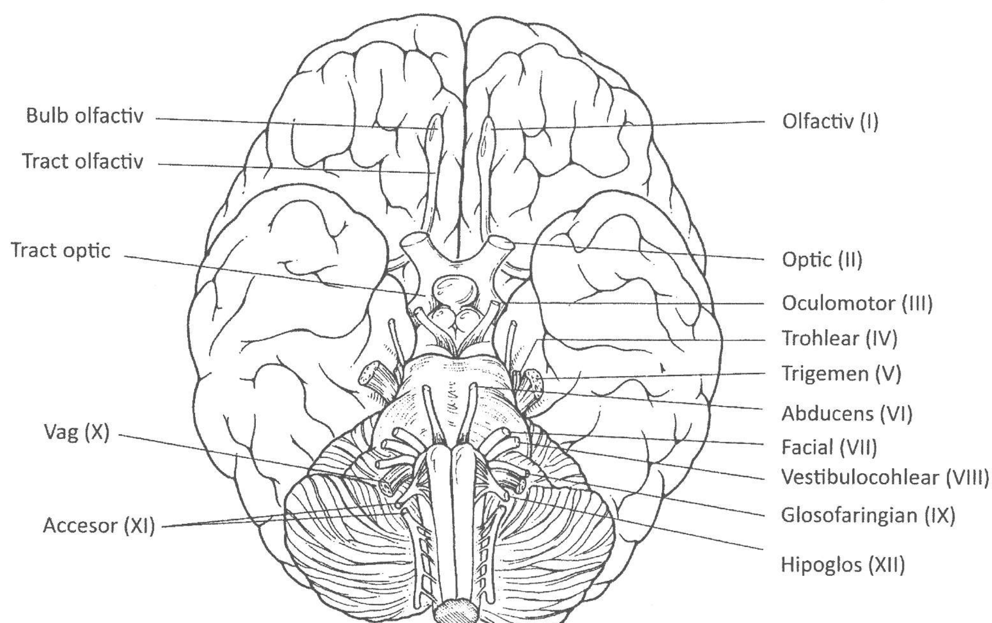


FIGURA 11.8 Descrierea celor 12 perechi de nervi cranieni şi originea aparentă a acestora.

TABELUL 11.3 NERVII CRANIENI

Număr	Nume	Funcție (s=senzitiv, m=motor)	Origine aparentă (locul unde nervul devine vizibil)
I	**Olfactiv**	(s) Miros	Emisfere cerebrale
II	**Optic**	(s) Văz	Diencefal
III	**Oculomotor**	(m) Mișcări oculare	Între punte și mezencefal
IV	**Trohlear**	(m) Mișcări oculare	Mezencefal
V	**Trigemen**	(m) Masticație (s) Sensibilitatea feței, a dinților și a limbii	Punte
VI	**Abducens**	(m) Mișcări oculare	Între bulb rahidian și punte
VII	**Facial**	(m) Mișcări faciale	Între bulb rahidian și punte
VIII	**Vestibulo-cohlear (auditiv)**	(s) Auz (s) Echilibru	Între bulb rahidian și punte
IX	**Glosofaringian**	(s, m) Limbă, faringe	Bulb rahidian
X	**Vag**	(s, m) Inimă, vase de sânge, viscere	Bulb rahidian
XI	**Accesor**	(m) Mușchii gâtului	Bulb rahidian
XII	**Hipoglos**	(m) Mușchii limbii	Bulb rahidian

Sistemul nervos periferic include și 31 de perechi de **nervi spinali** care asigură comunicarea dintre măduva spinării și diverse părți ale corpului. Nervii spinali sunt grupați în nervi cervicali (8 perechi), nervi toracici (12 perechi), nervi lombari (5 perechi), nervi sacrali (5 perechi) și nervi coccigieni (1 pereche) (Figura 11.9).

Emergența nervilor spinali din măduva spinării are loc prin intermediul **rădăcinilor dorsale** și **ventrale**, provenite din **coarnele posterioare** și **anterioare**. Rădăcina dorsală conține un ganglion în care se află corpii celulari ai neuronilor senzitivi. Rădăcina ventrală nu prezintă ganglioni, deoarece corpii neuronali se află în substanța cenușie a măduvei spinării (Tabelul 11.4 prezintă o comparație între nervii cranieni și cei spinali).

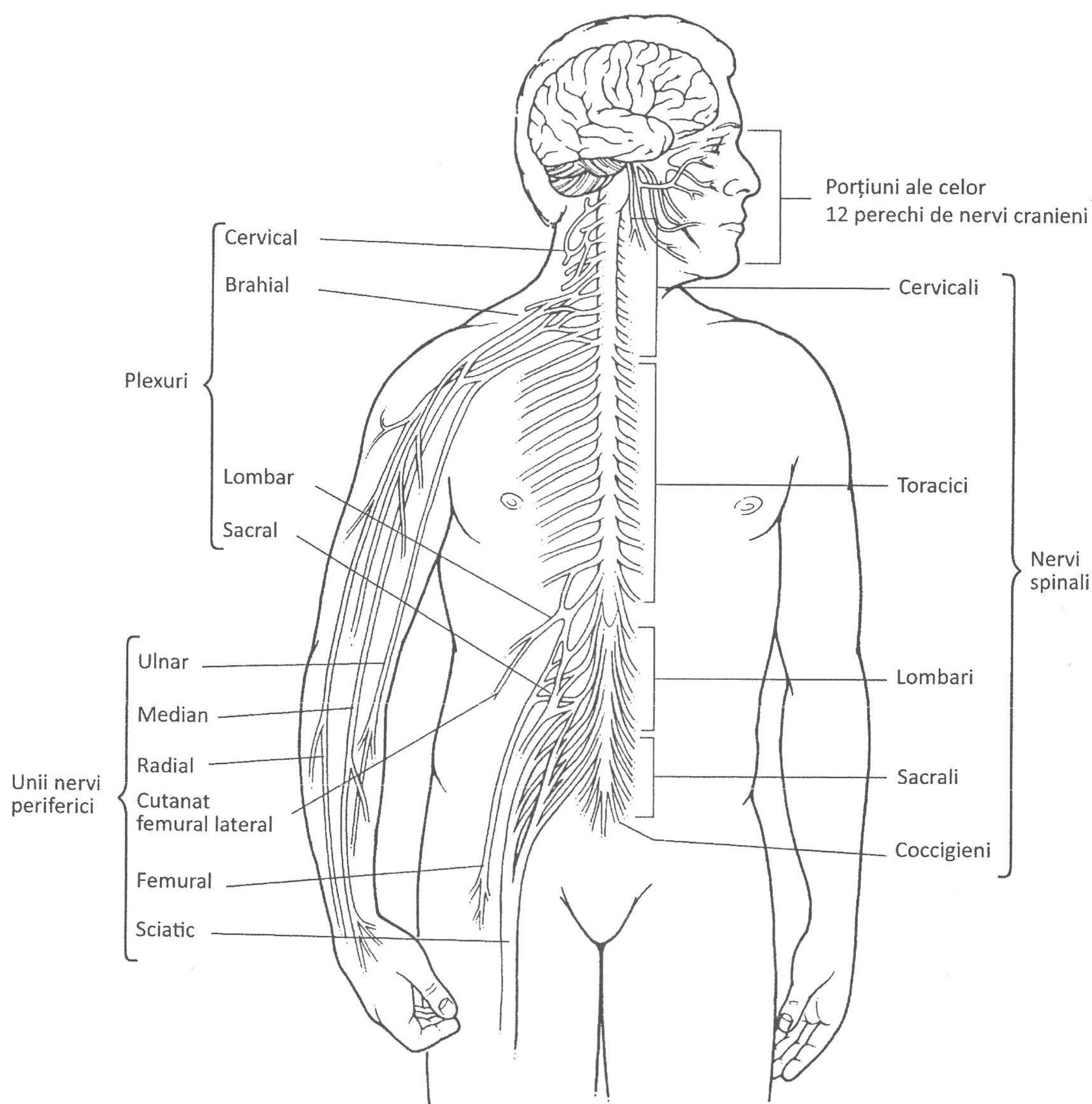


FIGURA 11.9 Sistemul nervos periferic, compus din 12 perechi de nervi cranieni și 31 de perechi de nervi spinali. Observați plexul cervical și cel brahial.

TABELUL 11.4 COMPARAȚIE ÎNTRE NERVII CRANIENI ȘI CEI SPINALI

Caracteristică	Nerv cranian	Nerv spinal
Origine aparentă	Baza encefalului	Măduva spinării
Distribuție	Predominant cap și gât	Pielea, mușchii scheletici, articulații, vase sanguine, glande sudoripare, mucoase (cu excepția capului și gâtului)
Structură	Nervii senzitivi au doar fibre senzitive, cei motori doar fibre motorii, iar cei micști conțin fibre senzitive și motorii; o parte dintre aceștia conțin fibre aparținând sistemului nervos vegetativ	Nervii spinali sunt micști, conținând atât fibre senzitive, cât și motorii; aceștia pot fi somatici sau vegetativi
Funcție	Văz, auz, miros, gust, mișcări oculare	Simț, mișcări, transpirație

Nervii spinali se combină temporar înainte de a ajunge la destinație, formând rețele complexe numite **plexuri**. În interiorul acestora, fibre provenite de la mai mulți nervi sunt interconectate. Cele patru plexuri majore sunt: plexul cervical, plexul brahial, plexul lombar și sacral (Figura 11.9).

SISTEMUL NERVOS AUTONOM (VEGETATIV)

Sistemul nervos autonom operează **involuntar**, fără control conştient. Această componentă a sistemului nervos coordonează funcțiile homeostatice ale unor organe viscerale precum inima, mușchiul neted și glandele viscerale.

Sistemul nervos vegetativ cuprinde două tipuri de neuroni motori și ganglioni atașați acestora. Primul tip, neuronii motori iau naștere în sistemul nervos central și se întind până la ganglioni, fiind denumiți **neuroni preganglionari** sau fibre preganglionare. Cel de-al doilea tip de neuroni pornesc din ganglioni și ajung la organele corpului, fiind numiți **neuroni postganglionari** sau fibre postganglionare. Toți acești neuroni fac parte din SNP.

Sistemul nervos vegetativ are o componentă simpatică și una parasimpatică (Figura 11.10). Nervii componentei **simpatice** au efecte identice cu ale adrenalinei (Capitolul 13), pregătind organismul pentru situații de urgență. Impulsurile simpatice trimise mușchilor cresc ritmul cardiac, provoacă vasoconstricție și dilatarea pupilelor și au și alte efecte adecvate situațiilor de criză. Impulsurile componentei **parasimpatice** determină revenirea organismului la normal. Aceste impulsuri încetinesc ritmul cardiac, dilată arterele, provoacă constricția pupilelor, stimulează digestia și ajustează funcțiile altor organe. În acest sens, ele restabilesc homeostazia organismului (Tabelul 11.5 compară cele două componente).

DE REȚINUT
Componenta simpatică își exercită efectele prin intermediul adrenalinei/noradrenalinei. Componenta parasimpatică utilizează acetilcolina.

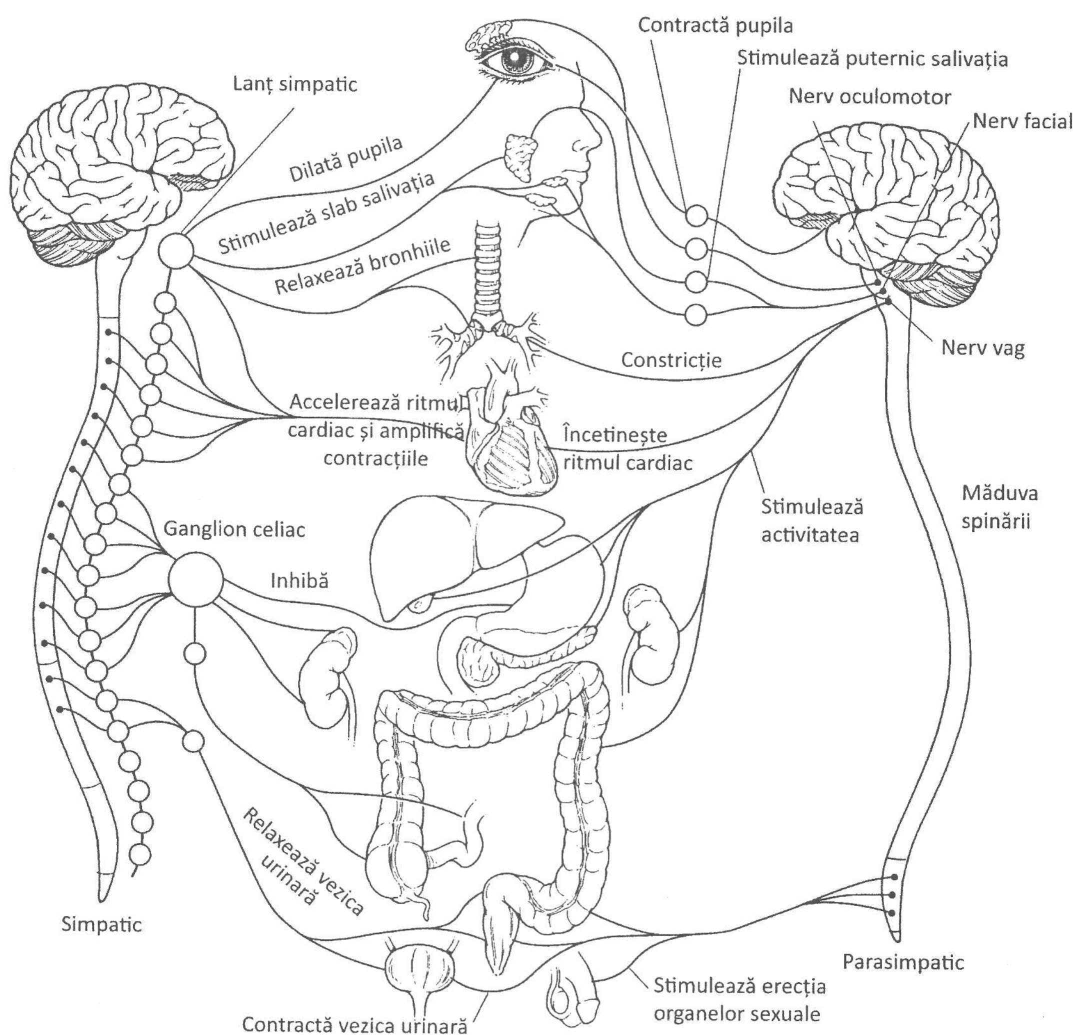


FIGURA 11.10 Cele două componente ale sistemului nervos vegetativ. Nervii sistemului simpatic (stânga) pregătesc organismul pentru situații de urgență. Observați că acest sistem constă din nervi pre- și postganglionari. Nervii componentei parasimpatice (dreapta) determină revenirea organismului la normal.

Efectele diferite ale componentelor simpatice și parasimpatice se datorează parțial **neurotransmițătorilor** secretați. Fibrele preganglionare ale ambelor componente și fibrele postganglionare parasimpatice secretă **acetilcolină**, iar fibrele postganglionare simpatice secretă noradrenalină. De aceea, fibrele postganglionare simpatice sunt denumite fibre **adrenergice**, iar fibrele postganglionare parasimpatice se numesc și fibre **colinergice**.

Cele două componente ale sistemului nervos autonom sunt antagoniste, dar nu în totalitate, pentru că fiecare componentă poate activa anumiți efectori în timp ce îi inhibă pe alții. Majoritatea activității sistemului nervos autonom este involuntară, dar creierul păstrează un oarecare control asupra acestuia.

TABELUL 11.5 COMPARAȚIE ÎNTRE COMPONENTA SIMPATICĂ ȘI CEA PARASIMPATICĂ

Caracteristică	Sistemul simpatic	Sistemul parasimpatic
Efectul general	Pregătește organismul pentru situații stresante; Mediază aspectul anormal al funcțiilor organismului	Determină revenirea organismului la normal după încetarea situației stresante; Menține în mod activ aspectul normal al funcțiilor organismului
Extinderea efectului	În tot organismul	Localizat în țesuturi
Neurotransmițător	Noradrenalină (de obicei)	Acetilcolină
Originea în SNC	Nivelul cervico-toraco-lombar al măduvei spinării	Nivelul cranio-sacral (din creier și măduva spinării)
Localizarea ganglionilor	Lanțuri ganglionare și ganglioni colaterali	Rădăcinile nervilor cranieni III, VII, IX, X; Ganglioni terminali
Numărul fibrelor postganglionare	Multe	Puține



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale creierului.

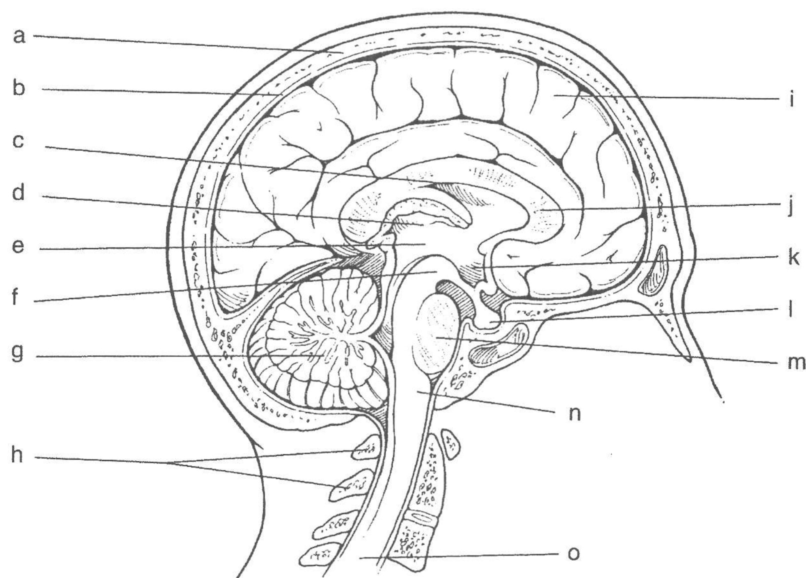


FIGURA 11.11

__ 1. cerebel
__ 2. emisfere cerebrale
__ 3. corp calos
__ 4. hipotalamus
__ 5. ventriculi laterali
__ 6. medulla oblongata
__ 7. meninge
__ 8. mezencefal
__ 9. glandă hipofiză
__10. punte
__11. cutie craniană
__12. măduva spinării
__13. talamus
__14. ventricul III
__15. vertebră

Identificaţi corect literele corespunzătoare nervilor cranieni şi originii lor aparente.

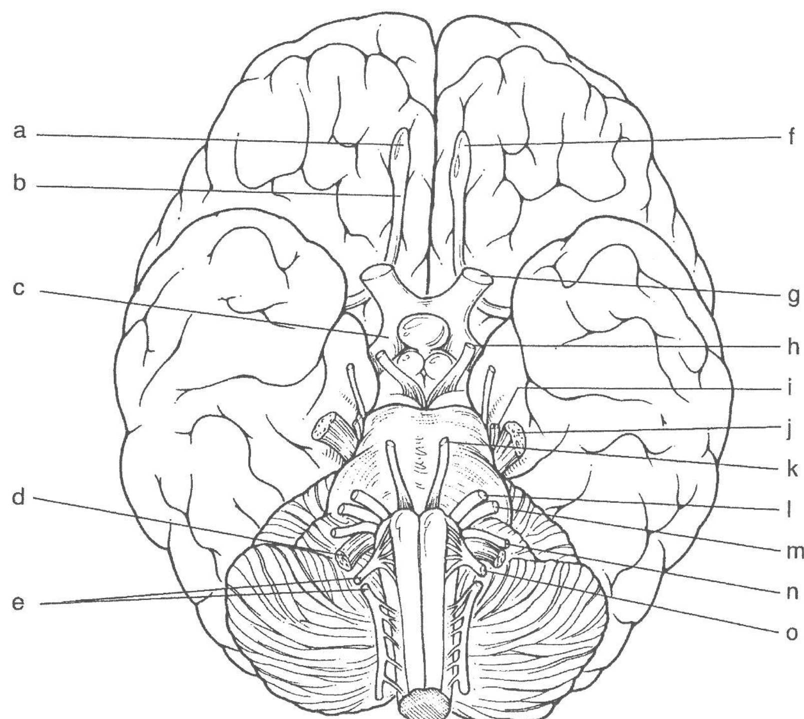


FIGURA 11.12

__ 1. nervul abducens (VI)
__ 2. nervul accesor (XI)
__ 3. nervul facial (VII)
__ 4. nervul glosofaringian (IX)
__ 5. nervul hipoglos (XII)
__ 6. nervul oculomotor (III)
__ 7. bulbul olfactiv
__ 8. nervul olfactiv (I)
__ 9. tractul olfactiv
__10. nervul optic (II)
__11. tractul optic
__12. nervul trigemen (V)
__13. nervul trohlear (IV)
__14. nervul vag (X)
__15. nervul vestibulo-cohlear (VIII)

***SECŢIUNEA B – Completare**: Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Creierul şi măduva spinării sunt componente ale ______________________.
2. Substanţa cenuşie a creierului şi a măduvei spinării este alcătuită din ______________________.
3. Sistemul nervos periferic este alcătuit în principal din dendrite ale neuronilor senzitivi şi axoni ai ______________________.

4. Axonii şi dendritele se extind dinspre măduva spinării înspre efectori (muşchi şi glande), formând ______________________.
5. Măduva spinării este situată într-un canal osos format de ______________________.
6. Măduva spinării se continuă în sus cu ______________________.
7. Partea internă a măduvei spinării este alcătuită din substanță cenușie, iar cea superficială (externă) din ______________________.
8. Cele trei membrane care învelesc și protejează măduva spinării poartă împreună numele de ______________________.
9. Cea mai superficială membrană ce învelește măduva spinării este ______________________.
10. Membrana internă ce învelește măduva spinării și este bogat vascularizatăse numește ______________________.
11. Lichidul clar, apos aflat în canalul central al măduvei spinării se numește ______________________.
12. Rădăcinile nervoase ventrale ale măduvei spinării conțin axonii ______________________.
13. Lezarea rădăcinilor nervoase ventrale ale măduvei spinării provoacă ______________________.
14. Tracturile nervoase ce transportă informații dinspre creier prin măduva spinării se numesc ______________________.
15. Măduva spinării este centrul de coordonare al ______________________.
16. Creierul primește impulsuri de la măduva spinării și de la 12 perechi de ______________________.
17. Creierul are două ______________________.
18. La nivelul creierului lichidul cefalorahidian circulă prin cavități și prin ______________________.
19. Creierul consumă aproximativ un sfert din cantitatea totală de ______________________ utilizată în organism.
20. Partea superficială (externă) a encefalului este alcătuită în principal din ______________________.
21. Circumvoluțiunile cerebrale se mai numesc și ______________________.
22. Porțiunea anterioară a fiecărei emisfere cerebrale este ocupată de lobul ______________________.
23. În partea posterioară a emisferelor cerebrale se află lobul ______________________.

24. Regiunea lobului frontal implicată în activitățile motorii ale vorbirii este ______________________.

25. Simțul mirosului este localizat într-o porțiune situată profund, în interiorul ______________________.

26. Interpretarea informațiilor vizuale are loc în lobul ______________________.

27. Cavitățile localizate în creier sunt denumite ______________________.

28. Organul situat în spatele trunchiului cerebral, ce coordonează activitatea motorie, este ______________________.

29. Cerebelul este alcătuit din două ______________________ laterale.

30. Fiind un centru reflex pentru coordonarea activității musculare, cerebelul ajută la menținerea ______________________.

31. Diencefalul este alcătuit din mase de substanță cenușie numite ______________________.

32. Structura diencefalică ce trimite impulsurile senzoriale mai departe în creier se numește ______________________.

33. Structura diencefalică ce sintetizează hormoni care vor fi depozitați și eliberați de către glanda hipofiză este ______________________.

34. Experiențele emoționale precum teama, furia, plăcerea și supărarea sunt controlate de către un inel de țesut nervos denumit ______________________.

35. Protuberanța rotunjită ce separă mezencefalul de bulbul rahidian este ______________________.

36. Porțiunea dilatată ce leagă creierul de măduva spinării este ______________________.

37. În creier, impulsurile nervoase se încrucișează la nivelul ______________________.

38. Rețeaua de fibre nervoase din bulbul rahidian ce activează cortexul cerebral se numește ______________________.

39. Sistemul nervos periferic este alcătuit din nervi spinali și ______________________.

40. Corpul uman are ______________________ nervi spinali.

41. Nervul cranian asociat cu mirosul este ______________________.

42. Nervul cranian ce controlează masticația, senzațiile și mișcările feței, ale dinților și ale limbii este ______________________.

43. Nervul cranian mixt ce controlează inima, vasele sanguine și viscerele este ______________________.

44. Corpii celulari ai neuronilor din afara creierului și măduvei spinării se grupează în ____________________.

45. Nervii spinali comunică impulsuri nervoase între diverse părți ale corpului și ____________________.

46. Locul în care nervii spinali se combină între ei se numește ____________________.

47. Sistemul nervos autonom acționează ____________________.

48. Fibrele nervoase autonome dintre ganglioni și organe se numesc fibre ____________________.

49. Nervii simpatici au aceleași efecte ca ____________________.

50. După încetarea unei situații stresante, organismul este readus la starea inițială de către ____________________.

***SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere**: Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Interneuronii alcătuiesc cea mai mare parte din
   A. sistemul nervos periferic
   B. sistemul nervos senzitiv
   C. sistemul nervos central
   D. sistemul nervos autonom (vegetativ)

2. Majoritatea corpilor neuronali din sistemul nervos periferic sunt localizați
   A. în organele corpului
   B. la suprafața corpului
   C. în vertebrele sacrale
   D. în interiorul sau în apropierea sistemului nervos central

3. Majoritatea nervilor conțin
   A. numai corpi celulari
   B. numai dendrite
   C. axoni motori și dendrite senzitive
   D. numai neuroni de asociație

4. Următoarele sunt funcții ale sistemului nervos periferic, *cu excepția*
   A. interpretarea senzațiilor și a stimulilor
   B. conectarea organismului la mediul înconjurător
   C. transmiterea răspunsurilor către mușchi și alte organe
   D. transmiterea stimulilor către sistemul nervos central

5. Următoarele afirmații despre măduva spinării sunt adevărate, *cu excepția*
   A. se continuă în sus cu creierul
   B. se termină în apropierea discului intervertebral dintre prima și a doua vertebră lombară
   C. porțiunea externă este cenușie
   D. este înconjurată de meninge

6. Următoarele componente aparţin meningelui, *cu excepţia*
   A. pia mater
   B. corpus mater
   C. arahnoida
   D. dura mater

7. Substanţa albă a sistemului nervos are această culoare datorită
   A. citoplasmei albe
   B. dendritelor albe
   C. conţinutului de pigment alb din pia mater
   D. culorii albe a tecii de mielină

8. Lichidul cefalorahidian poate fi întâlnit
   A. în interiorul durei mater
   B. numai în teaca de mielină
   C. în canalul central al măduvei spinării
   D. în citoplasma celulelor din creier

9. Rădăcinile nervoase dorsale adăpostesc
   A. substanţa cenuşie cerebrală
   B. corpi celulari şi axoni ai nervilor senzitivi
   C. oligodendrocite
   D. locuri de ataşare a meningelor

10. Distrugerea rădăcinilor nervoase ventrale duce la
    A. incapacitatea de a efectua mişcări
    B. incapacitatea de a forma lichid cefalorahidian
    C. capacitatea de a vorbi mai tare decât în mod normal
    D. capacitatea de a conduce impulsuri nervoase mai eficient

11. Tracturile descendente din măduva spinării
    A. sunt compuse numai din dendrite
    B. nu conţin corpi celulari
    C. transmit impulsuri către muşchi şi glande
    D. sunt extensii ale organelor senzoriale de la suprafaţa corpului

12. Partea superficială a emisferelor cerebrale
    A. este acoperită cu corpi celulari
    B. nu prezintă meninge
    C. se situează într-un mediu lipsit de oxigen
    D. este alcătuită din substanţă cenuşie

13. Următoarele afirmaţii despre creier sunt adevărate, *cu excepţia*
    A. are două emisfere
    B. conţine peste 10 miliarde de corpi celulari
    C. are numeroase circumvoluţiuni
    D. este o parte mică a cerebelului

14. Următorii lobi apar în emisferele cerebrale, *cu excepția*
    A. lobului parietal
    B. lobului occipital
    C. lobului toracic
    D. lobului temporal

15. Aria auditivă este localizată în
    A. lobul occipital
    B. lobul lombar
    C. lobul cervical
    D. lobul temporal

16. Ventriculii emisferelor cerebrale conțin
    A. axoni ai neuronilor motori
    B. dendritele și corpii celulari ai interneuronilor
    C. tecile de mielină ale tuturor neuronilor
    D. lichid cefalorahidian

17. Următoarele afirmații despre cerebel sunt adevărate, *cu excepția*
    A. ajută la menținerea posturii
    B. coordonează activitatea senzorială
    C. are două emisfere laterale
    D. este adiacent trunchiului cerebral

18. Una din funcțiile cerebelului este
    A. coordonarea activității mușchilor scheletici
    B. producerea hormonilor hipofizari
    C. de centru auditiv
    D. de centru de vorbire

19. Talamusul și hipotalamusul sunt localizate
    A. în emisferele cerebrale
    B. în diencefal
    C. lângă bulbul rahidian
    D. în exteriorul creierului

20. Următoarele sunt funcții ale hipotalamusului, *cu excepția*
    A. echilibrului hidric
    B. reglării temperaturii corporale
    C. calculelor matematice
    D. reglării greutății corporale

21. Neuronii aflați în mezencefal au funcția de
    A. centri reflecși
    B. producere de hormoni
    C. centri auditivi
    D. senzori pentru durere și căldură

22. Nervul glosofaringian are funcţii senzitive şi motorii legate de
    A. ochi şi urechi
    B. muguri gustativi şi ochi
    C. limbă şi faringe
    D. inimă şi vase sanguine

23. Următoarele activităţi sunt coordonate de nervul vag, *cu excepţia*
    A. activarea cortexului cerebral
    B. reglarea respiraţiei
    C. controlul ritmului cardiac
    D. contracţia muşchilor netezi din anumite vase

24. Cele 12 perechi de nervi cranieni şi cele 31 de perechi de nervi spinali alcătuiesc
    A. sistemul nervos central
    B. măduva spinării
    C. sistemul nervos periferic
    D. sistemul nervos autonom

25. Următoarele afirmaţii despre sistemul nervos autonom sunt adevărate, *cu excepţia*
    A. acţionează involuntar
    B. are o componentă simpatică şi una parasimpatică
    C. include toţi nervii cranieni
    D. este compus din neuroni pre- şi postganglionari

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Sistemul nervos periferic este alcătuit din axonii neuronilor motori şi dendritele neuronilor senzitivi.
2. La adultul normal, măduva spinării apare ca o formaţiune sferică de 45 cm.
3. Anatomic, măduva spinării începe de la gaura obturatorie a osului occipital.
4. Măduva spinării este învelită şi protejată de trei membrane numite sarcoleme.
5. Membrana din mijloc, subţire, cu aspect de reţea, este dura mater.
6. Fluidul apos ce se află în măduva spinării şi cavităţile creierului este numit plasmă.
7. Prelungirile aflate de o parte şi de alta a măduvei spinării se numesc rădăcini nervoase.
8. Distrugerea rădăcinii ventrale a măduvei spinării provoacă o tulburare numită anestezie.
9. Tracturile descendente oferă un sistem de comunicare între muşchi, glande şi măduva spinării.

10. Memoria este asociată cu măduva spinării.
11. Cele trei componente majore ale encefalului sunt trunchiul cerebral, cerebelul și puntea.
12. O adâncitură superficială aflată în țesutul cerebral se numește girus.
13. Lobul parietal este separat de cel frontal prin șanțul lateral.
14. Inteligența, personalitatea și abilitatea unei persoane de a iniția reacții voluntare la stimuli sunt localizate în creier.
15. Centrii vederii se află în lobii temporali.
16. Al patrulea nerv cranian, nervul abducens, este parțial responsabil pentru mișcările oculare.
17. Există cinci cavități pline cu lichid în interiorul creierului.
18. Cerebelul comunică cu celelalte componente ale sistemului nervos prin trei perechi de tracturi nervoase numite pedunculi cerebelari.
19. Talamusul și hipotalamusul sunt localizate în trunchiul cerebral.
20. Senzația de foame, reglarea temperaturii și a greutății corporale și a echilibrului hidric sunt asociate cu hipotalamusul.
21. Fibrele nervoase ce urcă de la bulbul rahidian înspre creier trec printr-o formațiune dilatată numită corpus corpora.
22. Ritmul cardiac și vasoconstricția sunt reglate de către bulbul rahidian.
23. Neuronii senzitivi și cei motori sunt principalele componente ale sistemului nervos periferic.
24. Nervii cranieni sunt împărțiți în nervi cervicali, toracici, lombari, sacrali și sacro-coccigieni.
25. Sistemul nervos autonom acționează voluntar.

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Juan este un băiat în vârstă de 5 ani care se prezintă la serviciul de urgență cu febră, dureri de cap, dureri musculare, stare de slăbiciune și pierderea reflexelor somatice. Este diagnosticat cu poliomielită, provocată de un virus care atacă neuronii din coarnele anterioare. Care va fi rezultatul acestei infecții, chiar dacă evoluția bolii va fi stopată prin tratament? Explicați.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 11.11

1. g	7. b	13. e
2. i	8. f	14. d
3. j	9. l	15. h
4. k	10. m	
5. c	11. a	
6. n	12. o	

Figura 11.12

1. k	6. h	11. c
2. e	7. a	12. j
3. l	8. f	13. i
4. n	9. b	14. d
5. o	10. g	15. m

SECȚIUNEA B - Completare

1. sistemului nervos central
2. corpii neuronilor
3. neuronilor motori
4. nervi
5. vertebre
6. bulbul rahidian
7. substanță albă
8. meninge
9. dura mater
10. pia mater
11. lichid cefalorahidian
12. neuronilor motori
13. paralizie
14. tracturi descendente
15. arcului reflex
16. nervi cranieni
17. emisfere
18. spațiul subarahnoidian
19. oxigen
20. substanță cenușie
21. girusuri
22. frontal
23. occipital
24. aria lui Broca
25. emisferelor cerebrale
26. occipital
27. ventriculi
28. cerebelul
29. emisfere
30. posturii
31. nuclei
32. talamus
33. hipotalamusul
34. sistemul limbic
35. puntea
36. bulbul rahidian
37. decusației piramidale
38. formațiune reticulară

39. nervi cranieni
40. 31 de perechi de
41. nervul olfactiv (I)
42. nervul trigemen (V)
43. nervul vag (X)
44. ganglioni
45. măduva spinării
46. plex
47. involuntar
48. postganglionare
49. adrenalina / epinefrina
50. componenta parasimpatică

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. B	11. C	16. D	21. A
2. D	7. D	12. D	17. B	22. C
3. C	8. C	13. D	18. A	23. A
4. A	9. B	14. C	19. B	24. C
5. C	10. A	15. D	20. C	25. C

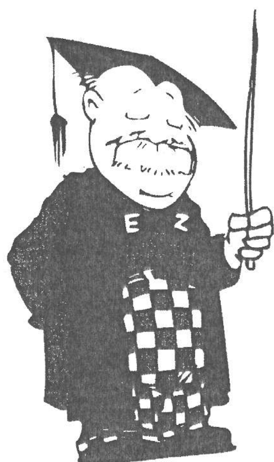
SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. A
2. alungită
3. foramen magnum (gaura mare)
4. meninge
5. arahnoida
6. lichid cefalorahidian
7. A
8. rădăcinii dorsale
9. creier
10. creierul
11. creierul
12. șanț
13. șanțul central
14. A
15. occipitali
16. trohlear
17. patru
18. A
19. diencefal
20. A
21. punte
22. A
23. A
24. spinali
25. involuntar

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Juan își va pierde abilitatea de a stimula anumiți mușchi scheletici, deoarece aceștia sunt stimulați de către neuronii din coarnele anterioare. Ca urmare, mușchii inervați de neuronii afectați se vor atrofia în urma inactivității cauzate de boală.

12



Organele de simț

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie organele de simț. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- identificați structurile anexe ale ochiului și funcțiile lor;
- asociați structurile globului ocular și funcțiile lor;
- deosebiți celulele din retină după funcție;
- caracterizați fotorecepția;
- caracterizați cristalinul și modul de focalizare al imaginilor;
- deosebiți diversele afecțiuni vizuale;
- identificați structurile urechii și rolurile ei în menținerea echilibrului;
- enumerați pe scurt proprietățile sunetului, cunoscând modul în care sunt transmise și detectate de către urechea internă;
- prezentați pe scurt căile de transmitere a sunetelor către emisferele cerebrale, precum și procesarea sunetelor;
- deosebiți diverșii receptori pentru gust, miros și pipăit;
- rezumați mecanismul menținerii echilibrului și mecanismul orientării;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Simțurile organismului uman includ văzul, auzul, gustul, precum și alte simțuri, cum ar fi simțul tactil și echilibrul. Toate simțurile dispun de receptori foarte specializați care fac posibil răspunsul organelor de simț la diferiți stimuli. Receptorii care detectează stimulii chimici se numesc **chemoreceptori**, cei care detectează stimulii luminoși se numesc **fotoreceptori**, iar cei care detectează stimuli mecanici sunt denumiți **mecanoreceptori**. Dacă receptorii se află pe suprafața corpului, ei sunt denumiți **exteroceptori**, iar dacă se localizează în interiorul mușchilor scheletici, articulațiilor sau oaselor și detectează poziția corpului se numesc **proprioceptori** (Tabelul 12.1). Simțurile sunt strâns asociate atât funcțional, cât și structural cu sistemul nervos, și depind de acesta pentru interpretarea conștientă a modificărilor de mediu pe care le percep.

TABELUL 12.1 O PREZENTARE CONCISĂ A ORGANELOR DE SIMȚ

Organ de simț	Receptori specifici	Localizare	Natura stimulului	Stimulul	Localizare anatomică
Mucoasa olfactivă	Celula olfactivă	Exteroceptor	Chemoreceptor	Soluții chimice	În cavitatea nazală, superior
Mugurele gustativ	Celula gustativă	Exteroceptor	Chemoreceptor	Soluții chimice	Partea dorsală a limbii, faringe
Ochiul	Celule cu conuri și cu bastonașe	Exteroceptor	Fotoreceptor	Lumina	Ochiul
Urechea					
Cohleea	Organul lui Corti (celule ciliate)	Exteroceptor	Mecanoreceptor	Vibrațiile	Urechea internă
Aparatul vestibular	Macula și ampula (celule ciliate)	Proprioceptor	Mecanoreceptor	Deflecția	Urechea internă

OCHIUL

Ochiul este organul vederii. El primește lumină din mediul înconjurător și formează o imagine la nivelul receptorilor celulelor nervoase ale retinei. Imaginea este apoi transformată în impulsuri nervoase, care sunt interpretate de către creier, în principal la nivelul lobilor occipitali ai emisferelor cerebrale.

ANATOMIE

Ochiul este o structură sferică, parțial mobilă, plină cu lichid, inervată de **nervul optic** (capătul anterior), un nerv cranian ce se îndreaptă spre creier. Imaginile inițiate de către receptorii din retină sunt transmise mai departe de-a lungul nervului optic, ale cărui fibre mediale se încrucișează la nivelul chiasmei optice. Apoi, aceste fibre trec prin tractul optic, ajungând în final la cortexul vizual din lobii occipitali ai emisferelor cerebrale, unde

imaginile sunt interpretate. Fiecare lob occipital primește imagini de la ambii ochi, ceea ce asigură vederea în spațiu.

Din punct de vedere anatomic, termenul „ochi" este sinonim cu **globul ocular**. Lungimea globului ocular este puțin mai mare decât lățimea sa, el având o porțiune anterioară care proemină în afara sferei. Peretele globului ocular are trei straturi, sau învelișuri: un strat extern rezistent, fibros, cuprinzând corneea și sclerotica (sclera), un strat mijlociu bogat vascularizat care conține coroida, irisul și corpii ciliari, și un strat intern, retina, care conține receptorii pentru vedere (Figura 12.1).

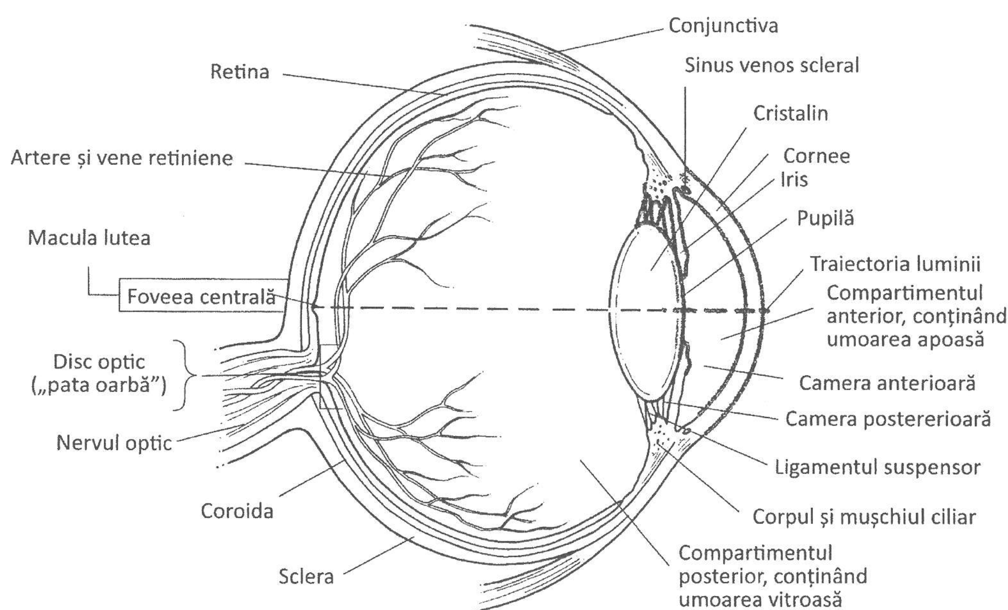


FIGURA 12.1 Structurile anatomice ale ochiului, prezentate într-o secțiune longitudinală prin ochi.

Ochiul conține două compartimente pline cu fluid: **compartimentul anterior** și **compartimentul posterior**. O regiune a compartimentului anterior, **camera anterioară**, se află între iris și cornee. O altă regiune, **camera posterioară**, se găsește între iris și cristalin. Ambele camere conțin un lichid numit **umoarea apoasă**. Compartimentul posterior, care se întinde de la cristalin la retină, conține o substanță gelatinoasă, numită **umoarea vitroasă**.

Pupila este un orificiu situat la nivelul irisului. **Irisul** este alcătuit din două straturi de mușchi neted: mușchiul constrictor, care îngustează pupila, și un mușchi dilatator, care mărește diametrul pupilei. Irisul conține pigmenții care conferă culoarea ochilor. „Albul ochilor" este reprezentat de porțiunea vizibilă a **scleroticii (sclerei)**.

În spatele irisului se găsește **cristalinul**, un disc transparent, biconvex, alcătuit dintr-un material proteic fibros dispus în straturi concentrice. Cristalinul este ferm ancorat de **corpii ciliari** prin intermediul **ligamentului suspensor**. Cea mai mare parte a corpului ciliar, care modifică forma cristalinului pentru a focaliza imaginile, constă din **mușchiul ciliar** intrinsec. Corpul ciliar se unește cu irisul la periferia acestuia, iar restul irisului se extinde în interior, între cornee și cristalin.

TABELUL 12.2 STRUCTURILE OCHIULUI ȘI FUNCȚIILE LOR

Structura	Funcția
Corneea	Refractă lumina; importantă pentru focalizarea luminii pe retină
Sclera	Menține forma ochiului și îl protejează; de ea se atașează mușchii extrinseci
Irisul	Controlează cantitatea de lumină ce trece prin pupilă
Corpul ciliar	Modifică forma cristalinului (acomodare) și secretă umoarea apoasă
Coroida	Absoarbe lumina; conține vasele sanguine ale structurilor oculare
Retina	Absoarbe lumina; detectează lumina și formează imaginile ce vor fi transmise creierului
Cristalinul	Refractă lumina; important în acomodare
Compartimentul anterior	Menține forma ochiului și refractă lumina prin intermediul umorii apoase
Compartimentul posterior	Menține forma ochiului și refractă lumina prin intermediul umorii vitroase
Umoarea apoasă	Umple cavitatea anterioară, contribuind la menținerea formei ochiului; menține presiunea intraoculară
Umoarea vitroasă	Umple cavitatea posterioară și menține presiunea intraoculară; conferă forma ochiului și menține retina atașată pe coroidă; refractă lumina

Stratul cel mai intern al globului ocular este **retina**. Ea se extinde anterior până la porțiunea posterioară a corpului ciliar. Retina are două straturi: un strat extern, pigmentat, ce conține melanină, aderă de coroidă și absoarbe razele de lumină, și un strat intern alcătuit din țesut nervos, retina propriu-zisă (Tabelul 12.2).

Stratul intern al retinei este alcătuit din trei straturi de neuroni. În imediata apropiere a coroidei se află un strat de **neuroni receptori**, care conține aproximativ 120 de milioane de **celule cu bastonașe** și 6-700 de milioane de **celule cu conuri**, denumite astfel datorită formei lor. Urmează un strat de **neuroni bipolari**, care recepționează impulsurile generate de celulele cu conuri și bastonașe. Al treilea strat conține **neuroni ganglionari**, atașați direct nervului optic.

Structurile accesorii ale ochiului includ sprâncenele, pleoapele, genele, conjunctiva și aparatul lacrimal. **Sprâncenele** și **genele** oferă protecție împotriva pătrunderii corpilor străini în pupilă, iar **pleoapele** protejează porțiunea anterioară a ochiului. Pe partea internă, pleoapele sunt căptușite de **conjunctivă**, o membrană mucoasă care se răsfrânge acoperind parțial și globul ocular. **Aparatul lacrimal** conține glandele lacrimale, ce produc lacrimi care scaldă globul ocular și îl păstrează umed.

FIZIOLOGIA VEDERII

Simțul vederii se bazează în principal pe cele două tipuri de celule din retină, celulele cu conuri și cu bastonașe. **Celulele cu bastonașe** permit vederea în condiții de luminozitate

scăzută. Ele permit perceperea contururilor obiectelor și realizează vederea în lumina crepusculară.

Celulele cu conuri au acuratețe maximă atunci când există suficientă lumină pentru a permite vederea de aproape și observarea detaliilor. Ele sunt răspunzătoare de vederea diurnă, perceperea detaliilor și a culorilor. Celule cu conuri sunt concentrate la nivelul **foveei centrale**, o arie de depresiune ușoară aflată în apropierea centrului retinei. Pe măsură ce ne îndepărtăm de foveea centrală, numărul celulelor cu conuri scade, însă crește numărul celor cu bastonașe. Celulele cu bastonașe se găsesc în număr mare la periferia retinei. Din acest motiv, detectarea mișcării și vederea crepusculară sunt facilitate în principal de către retina periferică.

DE REȚINUT
Doar celulele cu conuri deosebesc culorile, funcționând în lumină puternică. Celulele cu bastonașe detectează lumina slabă.

Atât celulele cu bastonașe, cât și cele cu conuri, detectează mișcarea din mediul înconjurător și utilizează un pigment vizual numit **rodopsină**. Partea proteică (opsina) a acestui pigment este diferită în celulele cu bastonașe și între diferitele tipuri de celule cu conuri. Acest fapt permite diferențierea culorilor și a intensității luminoase. Restul moleculei, derivată din vitamina A, este identică în toate celulele. Când energia luminoasă stimulează celulele cu conuri și cu bastonașe, apar schimbări rapide de formă ale rodopsinei din aceste celule. Aceste modificări generează impulsuri nervoase la nivelul neuronilor bipolari și ganglionari, impulsuri ce sunt transportate prin intermediul nervului optic și al tractului optic către cortexul vizual cerebral, unde sunt interpretate. **Discul optic** reprezintă locul de origine al nervului optic. El nu conține receptori vizuali, fiind denumit astfel și **pata oarbă**. Imaginea care ajunge la retină este inversată datorită proprietăților optice ale cristalinului, dar ea este percepută în orientarea corectă la nivelul cortexului lobilor occipitali.

Traseul razei luminoase la nivelul ochiului începe de la **corneea** transparentă ce acoperă suprafața ochiului. Lumina traversează în continuare **pupila**, care își modifică forma în funcție de intensitatea luminoasă și de distanța față de obiectul vizualizat. Pupila se micșorează când obiectul respectiv se află în apropiere și lumina este puternică, și se dilată când obiectul este îndepărtat și lumina slabă. Razele luminoase traversează apoi umoarea apoasă și ajung la **cristalin**, principala structură cu rol în focalizarea imaginii. Cristalinul este elastic și focalizează razele luminoase pe retină. Procesul de focalizare a luminii, bazat pe elasticitatea cristalinului, se numește **acomodare**. Când obiectul privit este departe, cristalinul este aproape plat, iar când obiectul respectiv se află în apropiere, cristalinul devine convex. Modificarea formei cristalinului se datorează în principal mușchilor ciliari, ce acționează asupra ligamentului suspensor. Spre exemplu, în timpul acomodării pentru vederea de aproape, mușchiul ciliar se contractă, eliberând tensiunea din ligamentul suspensor. Acest lucru permite cristalinului să devină mai convex datorită elasticității sale naturale și tendinței de a lua o formă sferică.

Cristalinul, corneea, umoarea apoasă și cea vitroasă sunt **medii refractare**, adică medii care focalizează razele luminoase și cauzează convergența acestora către foveea centrală a retinei, unde se formează imaginea. Spațiul cuprins cu privirea de un ochi se numește **câmp vizual extern**. Câmpul vizual extern al unui ochi se suprapune cu cel al celuilalt ochi, această suprapunere fiind răspunzătoare pentru percepția unei imagini tridimensionale. Mușchii extrinseci ai ochiului determină mișcări care permit percepția

unei singure imagini. Într-o afecțiune numită **strabism**, ochii nu se mișcă în mod coordonat. Persoanele cu această afecțiune văd două imagini în loc de una singură.

TULBURĂRILE DE VEDERE

Două dintre cele mai comune tulburări de vedere sunt miopia și hipermetropia. În cazul **miopiei**, imaginea se formează în fața retinei (Figura 12.2). Această afecțiune apare din cauza alungirii naturale a globului ocular, sau a unui cristalin care nu se acomodează corect. Pentru a putea focaliza imaginile pe retină se utilizează ochelari cu lentile biconcave. În **hipermetropie**, imaginea se formează în spatele retinei și este neclară, din cauza faptului că ochiul este prea scurt sau cristalinul este prea plat pentru a permite vederea de aproape. Pentru a focaliza imaginile pe retină se utilizează ochelari cu lentile biconvexe.

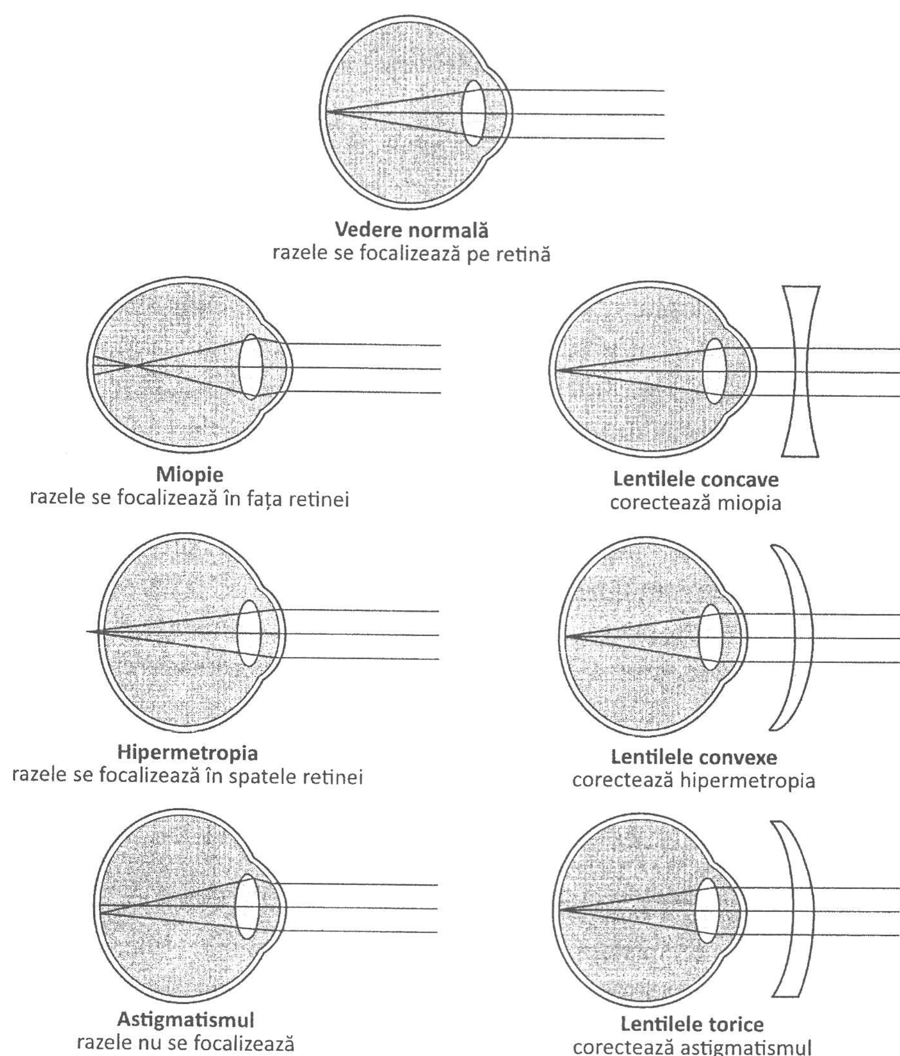


FIGURA 12.2 Tulburări comune de vedere. În mod normal, razele de lumină sunt focalizate pe retină. La persoanele mioape sau hipermetrope, razele sunt focalizate în fața, respectiv în spatele retinei. Pentru corectarea acestor probleme se folosesc ochelari cu lentile concave, respectiv convexe. În astigmatism, razele de lumină nu sunt focalizate, problemă corectată prin intermediul unor lentile neregulate.

O altă tulburare de vedere este **astigmatismul**, provocat de o curbură neregulată a corneei sau a cristalinului. Această curbură neregulată provoacă difracție, iar razele de lumină se proiectează pe zone diferite de pe retină, producând o imagine neclară. Astigmatismul reprezintă incapacitatea de a distinge două puncte apropiate, în anumite părți ale câmpului vizual. Această afecțiune se corectează prin utilizarea unor lentile cu o curbură specială (lentile torice).

Discromatopsia este o altă tulburare de vedere, datorată incapacității celulelor cu conuri de a reacționa la anumite culori ale spectrului de lumină. De exemplu, unele persoane nu pot deosebi culoarea verde de cea roșie din cauza lipsei celulelor cu conuri sensibile la culoarea roșie. Discromatopsia este, de obicei, determinată genetic; femeile sunt purtătoare ale acestei modificări, însă ea este prezentă mai frecvent la bărbați.

Elasticitatea cristalinului scade cu vârsta, astfel capacitatea de a vedea la distanțe mici scade. Acest fenomen se numește presbitism și se corectează cu ochelari de citit.

URECHEA

Urechea este organul auzului. Funcția sa este de a recepționa undele sonore din mediul înconjurător și de a le transmite neuronilor din urechea internă. La acest nivel, undele sonore sunt transformate în impulsuri nervoase, care sunt transmise creierului. Ariile auditive majore se află în cortexul lobilor temporali ai emisferelor cerebrale.

ANATOMIA URECHII

Urechea are trei componente: urechea externă, urechea medie și urechea internă. **Urechea externă** conține structurile auditive externe și se mai numește și **auricul (pinna)** (Figura 12.3). Auriculul adăpostește **canalul auditiv extern**, care conduce vibrațiile sonore. Intrarea în acest canal se numește **meatul auditiv extern**. La capătul proximal al canalului auditiv extern se află **membrana timpanică (timpanul)**.

Urechea medie conține trei oase numite și **osicule**. Acestea sunt **ciocănelul (malleus)**, **nicovala (incus)** și **scărița (stapes)**. Capătul proximal al scăriței este conectat cu **fereastra ovală**, care este în contact cu urechea internă.

Un tub subțire și lung, **trompa lui Eustache**, leagă faringele de urechea medie. Acest conduct este util în menținerea unei presiuni egale de ambele părți ale timpanului. La altitudini mari, o cantitate de aer cu presiune înaltă rămâne captivă în interiorul urechii medii. Acest aer ajunge, prin intermediul trompei lui Eustache, în faringe, determinând o „pocnitură". La altitudini mici, aerul cu presiune înaltă urcă prin trompa lui Eustache în urechea medie pentru a egaliza presiunile, determinând o altă „pocnitură".

Urechea internă conține o structură de forma unui melc, denumită **cohlee**, în interiorul căreia se află un lichid numit **perilimfă**. Vibrațiile perilimfei generează impulsurile nervoase ce provoacă senzația sonoră (Tabelul 12.2).

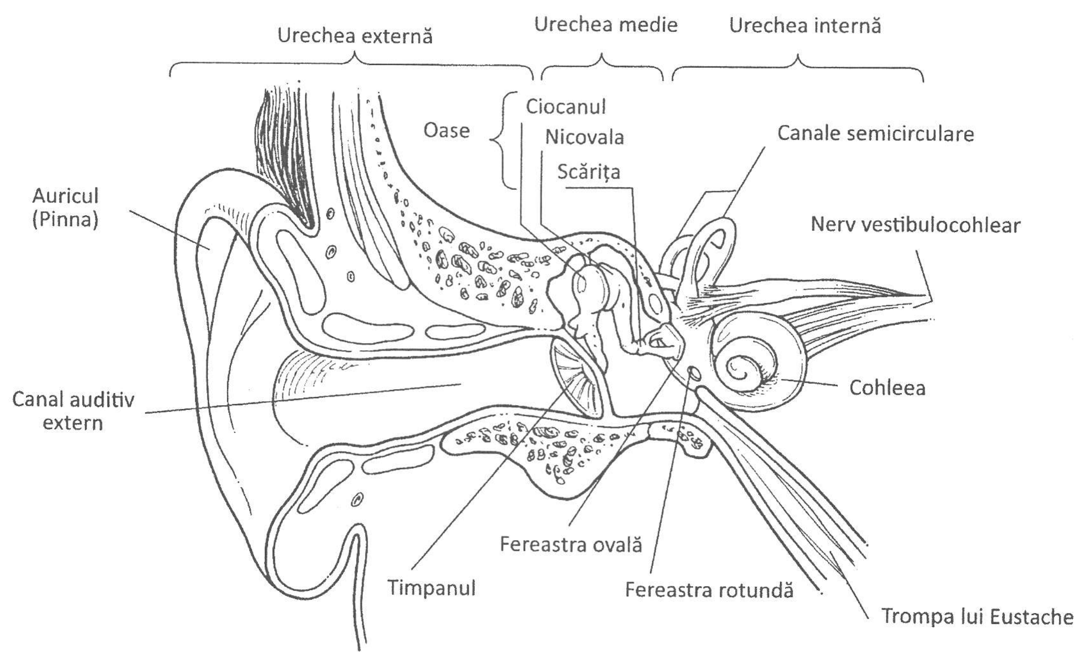


FIGURA 12.3 Structurile anatomice ale urechii. Observați cele trei componente majore ale urechii și structura lor.

FIZIOLOGIA AUZULUI

Auzul este percepția vibrațiilor sonore provocate de un obiect și transformate în unde sonore. Mediul în care se propagă aceste vibrații este aerul, care le conferă undelor sonore frecvență, intensitate și timbru. **Frecvența** reprezintă numărul de vibrații ale aerului într-o unitate de timp, deseori exprimată în cicli pe secundă sau hertzi. **Intensitatea** sunetului variază în funcție de amplitudinea undei sonore și este exprimată în decibeli. **Timbrul** (calitatea) sunetului depinde de armonicele tonale, care variază în funcție de obiectul care produce sunetul.

Auzul implică unele acțiuni mecanice ce transformă undele sonore în impulsuri mecanice. Undele sonore pătrund în meatul auditiv extern, traversează canalul auditiv extern și se lovesc de timpan. Energia undelor sonore provoacă vibrația timpanului, care este transmisă mai departe celor trei oase din urechea medie. Ciocănelul, nicovala și scărița vibrează secvențial, pe măsură ce sunt transmise undele sonore.

Ultimul os, scărița, vine în contact cu **fereastra ovală**, aflată la intrarea în cohlee. Vibrațiile ferestrei ovale provoacă modificări ale presiunii perilimfei din cohlee. Vibrațiile perilimfei sunt transmise **organului lui Corti** din interiorul cohleei. Organul lui Corti conține dendritele neuronilor care formează ramura cohleară a nervilor vestibulocohleari (auditivi); aceste dendrite vin în contact cu **celule ciliate**. Membrana vestibulară din cohlee delimitează, în interior, o cantitate de endolimfă în jurul celulelor ciliate. Când presiunea perilimfei se modifică, o membrană numită membrana tectoria mișcă celulele ciliate, declanșând impulsuri nervoase. Modificările de presiune sunt transmise înapoi

perilimfei, iar fereastra rotundă se bombează, pentru a micșora presiunea (Figura 12.4). Impulsurile sunt transmise de-a lungul ramurii cohleare a nervului vestibulocohlear către lobii temporali ai emisferelor cerebrale, unde are loc interpretarea sunetului.

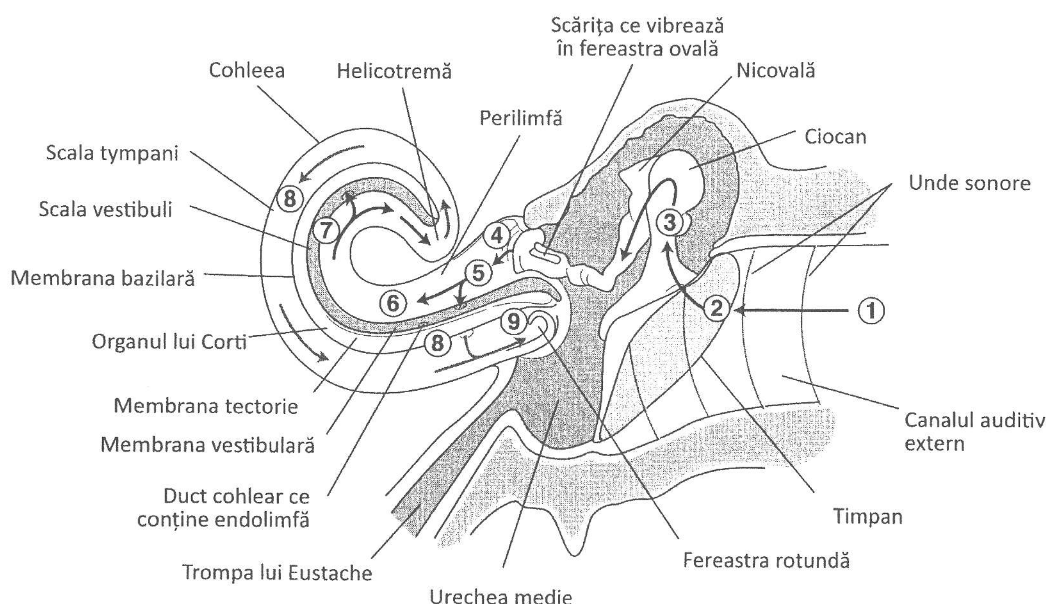


FIGURA 12.4 Transmiterea undelor sonore. Undele sonore intră în canalul auditiv extern, provocând vibrația timpanului. Această vibrație determină mișcarea ciocănelului, a nicovalei și a scăriței, ceea ce induce modificarea presiunii perilimfei din organul lui Corti. Aceste modificări sunt transmise endolimfei prin intermediul membranei vestibulare. Modificarea presiunii endolimfei determină mișcarea membranei tectoriale, mișcare ce este detectată de celulele ciliate ale organului lui Corti. Fluctuațiile presiunii sunt transmise înapoi spre perilimfă și fereastra rotundă, în vederea diminuării presiunii.

ALTE SIMȚURI

Văzul și auzul reprezintă doar două dintre simțurile prezente în organismul uman. Celelalte simțuri includ gustul, mirosul, diverse tipuri de simțuri tactile și simțul echilibrului.

GUSTUL

Simțul gustului se mai numește și **simț gustativ** și este un simț bazat pe substanțe chimice dizolvate într-un lichid. După dizolvare, moleculele substanței sunt detectate de mugurii gustativi ai limbii (Figura 12.5).

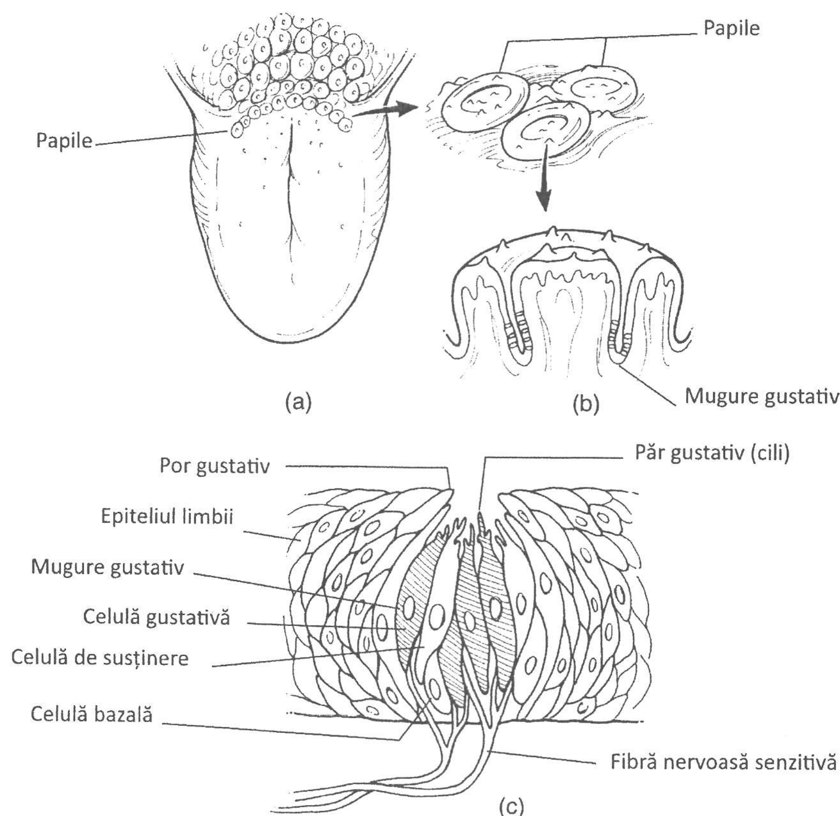


FIGURA 12.5 Reprezentare detaliată a mugurilor gustativi. Papilele (a) conțin muguri gustativi (b) la bază. O celulă gustativă individuală (c) este însoțită de câteva celule de susținere. Ea este asociată cu câte o fibră nervoasă senzitivă, care transmite impulsurile spre creier, pentru a fi interpretate.

Mugurii gustativi sunt localizați pe suprafața dorsală a limbii, fiind dispuși pe mici protuberanțe numite **papile**. Papilele pot fi întâlnite și la nivelul palatului moale, pereților laringelui și în zonele învecinate, dar importanța lor este minoră.

Cele 5 gusturi primare sunt **dulce**, **acru**, **amar**, **sărat** și **umami** (datorat aminoacidului numit glutamat). Partea posterioară a limbii este mai sensibilă la moleculele ce stimulează gustul amar, în timp ce gustul acru stimulează porțiunile antero-laterale ale limbii, iar gustul sărat stimulează mai ales părțile postero-laterale ale limbii. Gustul dulce și cel sărat sunt detectate cel mai bine la nivelul vârfului limbii. Receptorii pentru umami sunt localizați îndeosebi în zona faringelui.

Pentru a declanșa senzația de gust, moleculele pătrund în porii gustativi ai papilelor și stimulează celulele specializate gustative din mugurii gustativi. Aceste celule generează și transmit impulsuri de-a lungul fibrelor nervoase către ramuri ale **nervului facial** sau **glosofaringian**, și mai departe către creier. Impulsurile nervoase trec prin bulb, unde nervii fac sinapsă cu neuroni ce duc la talamus. Neuronii din talamus transportă impulsurile către lobul temporal, unde stimulii gustativi sunt interpretați.

MIROSUL

Simțul mirosului se mai numește și **simț olfactiv**. Este un simț care necesită contactul dintre receptori și moleculele substanțelor ce urmează a fi detectate.

La mirosirea unei substanțe, molecule din substanța respectivă pătrund în nas și stimulează celule olfactive specializate, localizate în mucoasa porțiunii superioare a cavității nazale. Aceste celule generează impulsuri nervoase care se propagă de-a lungul **nervului olfactiv** (Figura 12.6). Acest nerv pătrunde în cutia craniană prin placa cribriformă a osului etmoid, trece prin bulbii olfactivi în tractul olfactiv, până la lobii frontali și temporali, unde stimulii sunt interpretați.

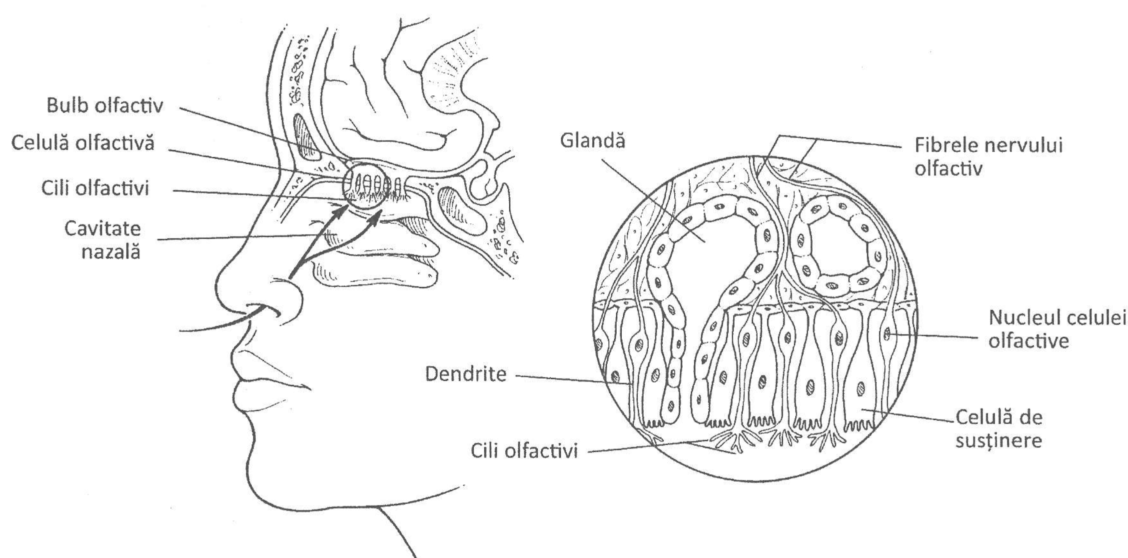


FIGURA 12.6. Simțul olfactiv. Moleculele de substanță ating cilii celulelor olfactive din porțiunea superioară a nasului. Impulsurile generate de aceste celule sunt conduse spre creier.

Organismul uman poate detecta peste 4000 de mirosuri diferite, provocate de peste 200 de substanțe chimice odorate. Celulele olfactive pot obosi rapid, iar conștientizarea mirosurilor diminuează.

SIMȚUL TACTIL ȘI SIMȚURILE ÎNRUDITE

Simțul tactil, precum și simțurile înrudite ca durerea, presiunea și vibrația, utilizează receptori aflați în piele, mușchi, articulații și organe viscerale. Există mai multe tipuri de receptori. De exemplu, **terminațiile nervoase libere** din piele detectează durerea. **Discurile Merkel**, aflate tot în piele, detectează stimulii tactili. **Corpusculii Meissner** detectează presiunile și vibrațiile ușoare, iar **corpusculii Pacini** recepționează presiunile și vibrațiile puternice de la nivelul pielii (Figura 12.7). Mușchii, articulațiile și viscerele dispun de receptori asemănători. Senzațiile sunt transmise către creier, unde sunt interpretate.

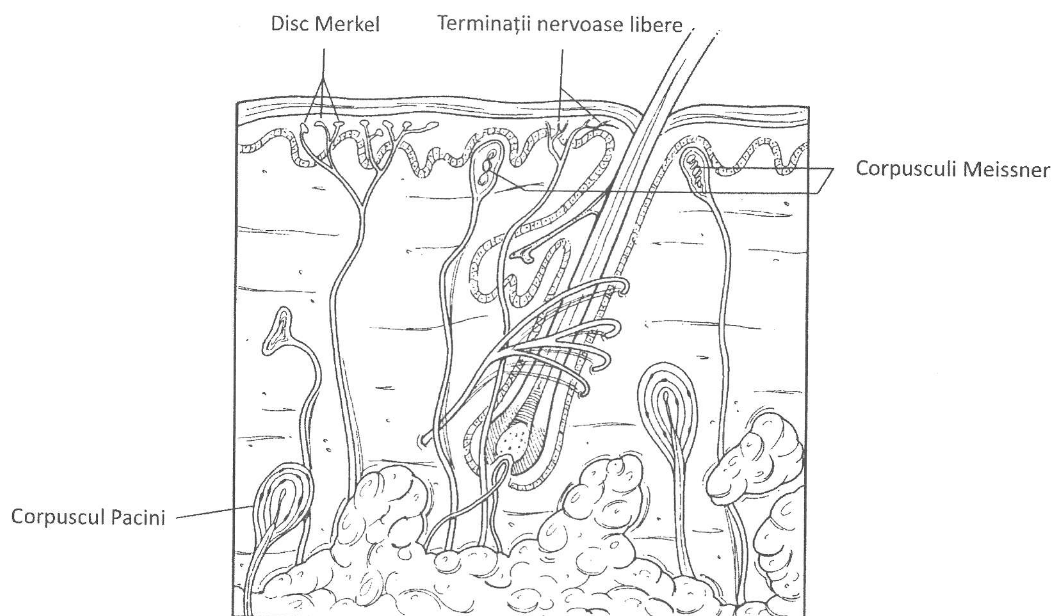


FIGURA 12.7 Principalii receptori pentru simțul tactil, din piele.

ECHILIBRUL

Simțul echilibrului derivă din activitatea urechii interne (unde are loc și auzul). Urechea internă conține o serie de canale săpate în osul temporal, ce alcătuiesc un labirint. Labirintul urechii interne are două componente: **labirintul membranos** și **labirintul osos**. Labirintul membranos este cuprins în interiorul labirintului osos. Labirintul osos reprezintă sediul cohleei, vestibulului și al canalelor semicirculare și este umplut cu perilimfă, care scaldă labirintul membranos. Perilimfa este asemănătoare cu lichidul cefalorahidian. Labirintul membranos conține endolimfă, care este asemănătoare cu lichidul interstițial.

În interiorul labirintului osos se află trei structuri numite **canale semicirculare**, care conțin endolimfă și sunt conectate cu cohleea la nivelul unei regiuni numite **vestibul**. În interiorul vestibulului se găsesc două structuri numite **utricula** și **sacula**, unite printr-un canal subțire. Utricula și canalele semicirculare sunt asociate simțului echilibrului.

> **DE REȚINUT**
> Celulele ciliate din ampulă detectează echilibrul dinamic, iar cele din macule pe cel static.

Canalele semicirculare sunt dispuse la 120 de grade unul față de celălalt, fiecare fiind conectat cu utricula. La locul de joncțiune cu utricula, fiecare canal prezintă o porțiune dilatată, numită **ampulă** (Figura 12.8), în care se găsește un grup de celule senzitive ciliate. În urma modificării poziției capului, endolimfa din canalele semicirculare stimulează celulele ciliate, generând impulsuri transmise fibrelor nervoase din vecinătate. Aceste fibre transportă impulsurile către creier, de-a lungul ramurii vestibulare a nervului vestibulocohlear. La rândul său, creierul trimite impulsuri motorii mușchilor, care ajustează poziția corpului, menținându-i echilibrul. Această formă de echilibru se numește **echilibru dinamic**.

Mișcările mai puțin ample implicate în menținerea **posturii** sau **echilibrul static**, apar printr-un mecanism ușor diferit. În interiorul saculei și al utriculei se găsesc niște structuri de mici dimensiuni, numite **macule**. Fiecare maculă este alcătuită din celule ciliate și o membrană ce conține mici fragmente de carbonat de calciu numite **otoliți** (**calculi**). În urma unei schimbări ușoare a poziției capului, presiunea exercitată asupra acestei membrane provoacă modificarea poziției otoliților, care acționează asupra celulelor ciliate. Acestea, la rândul lor, generează impulsuri nervoase ce sunt transmise prin nervul vestibulocohlear către creier, care ajustează postura corpului prin impulsuri motorii trimise către mușchi.

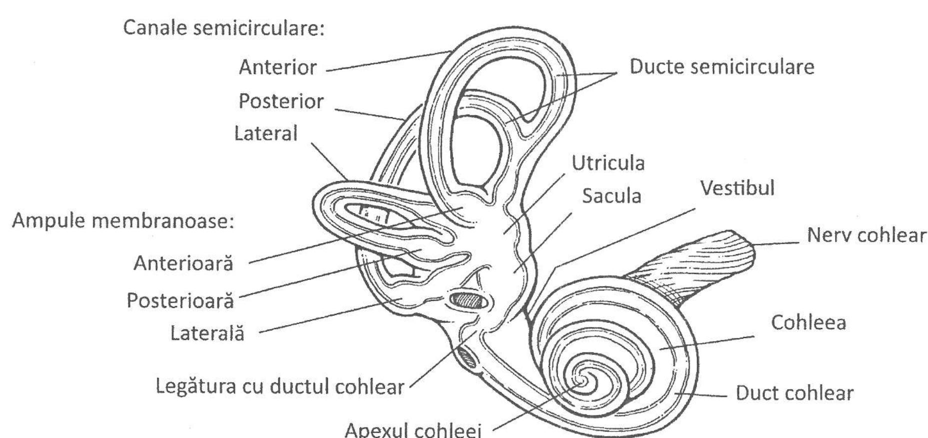


FIGURA 12.8 Reprezentare detaliată a labirintului osos care stă la originea simțului echilibrului. Labirintul osos este o structură aflată în interiorul osului temporal, ce conține canalele semicirculare, vestibulul și cohleea. Mișcarea endolimfei din canalele semicirculare stimulează celulele ciliate din ampulă, generând impulsuri trimise creierului, care ajustează mișcările corpului prin intermediul mușchilor.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale ochiului.

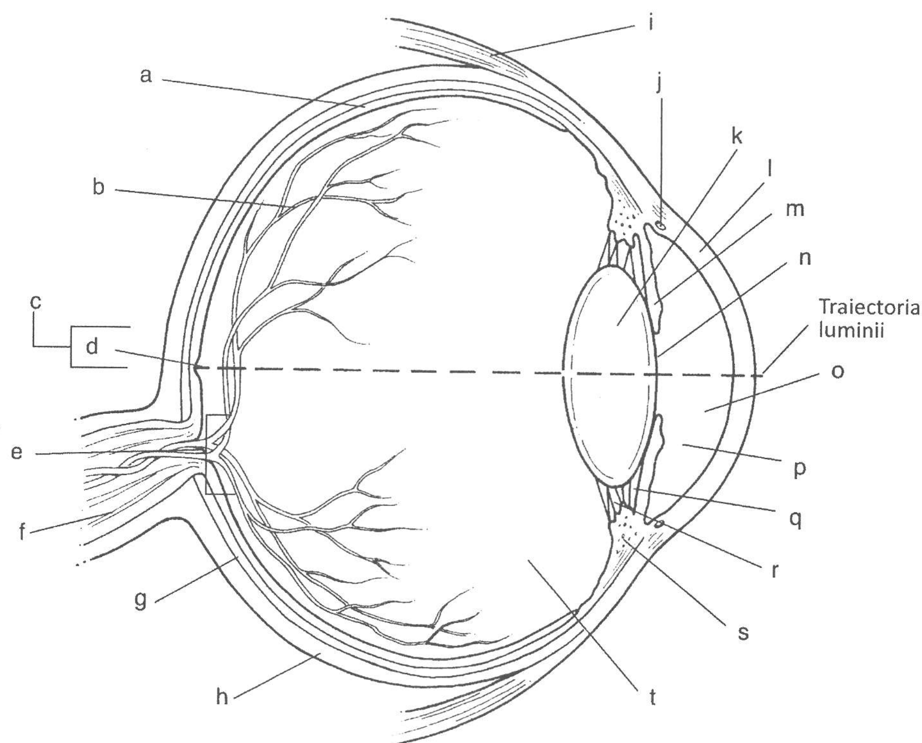


FIGURA 12.9

__ 1. compartimentul anterior, conținând umoarea apoasă
__ 2. camera anterioară
__ 3. coroida
__ 4. corpul și mușchiul ciliar
__ 5. conjunctiva
__ 6. corneea
__ 7. foveea centrală
__ 8. irisul
__ 9. cristalinul
__10. macula lutea
__11. discul optic
__12. nervul optic
__13. compartimentul posterior, conținând umoarea vitroasă
__14. camera posterioară
__15. pupila
__16. retina
__17. arterele și venele retiniene
__18. sclera
__19. sinusul venos scleral
__20. ligamentul suspensor

Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale urechii.

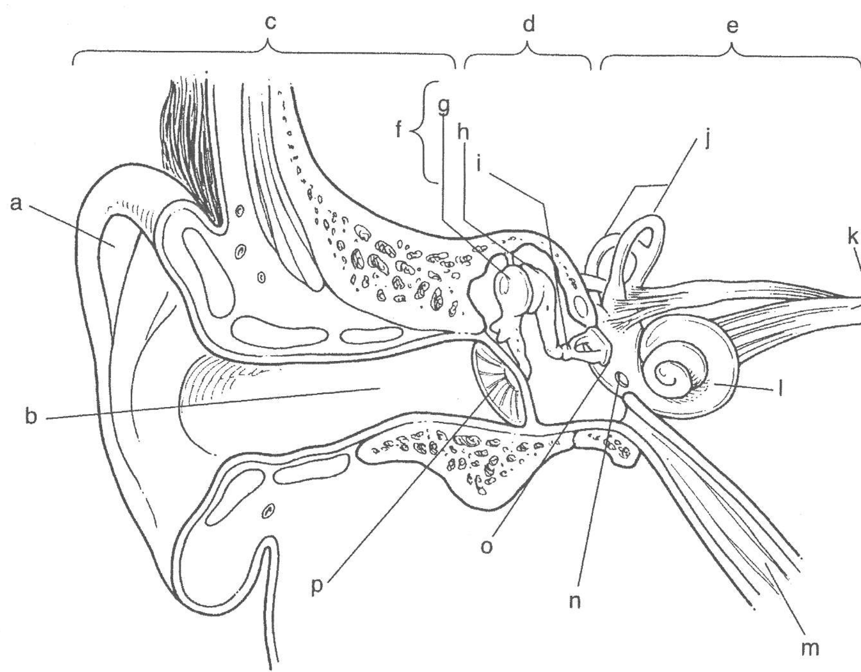


FIGURA 12.10

__ 1. trompa lui Eustache
__ 2. cohleea
__ 3. canalul auditiv extern
__ 4. urechea externă
__ 5. nicovala
__ 6. urechea internă
__ 7. ciocanul
__ 8. urechea medie
__ 9. oasele urechii interne
__10. fereastra ovală
__11. auriculul
__12. fereastra rotundă
__13. canalele semicirculare
__14. scărița
__15. timpanul
__16. nervul vestibulocohlear

Secțiunea B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Ochiul preia lumina din mediul înconjurător și formează o imagine pe celulele din ____________________.
2. Nervul care transportă impulsuri dinspre ochi înspre creier este ____________________.
3. Stratul intern al peretelui posterior al ochiului este denumit ____________________.
4. Peretele extern al ochiului este reprezentat de cornee și ____________________.
5. Lichidul apos din camera anterioară este ____________________.
6. Substanța cu consistență de gel ce umple cavitatea posterioară a ochiului este ____________________.

7. Camera posterioară a ochiului se întinde între iris și ________________.
8. Irisul este alcătuit din două straturi de ________________.
9. Pupila este un orificiu în porțiunea ochiului denumită ________________.
10. Cristalinul transparent, biconcav, este situat în spatele ________________.
11. Ligamentele suspensoare atașează cristalinul de ________________.
12. Stratul intern al retinei este alcătuit din trei straturi de ________________.
13. Suprafața internă a pleoapelor este acoperită de o membrană mucoasă numită ________________.
14. Lacrimile care umectează globii oculari sunt secretate de către ________________.
15. Vederea crepusculară se datorează celulelor cu ________________.
16. Vederea diurnă și percepția detaliilor este asigurată de celulele cu ________________.
17. Locul în care se află cele mai multe conuri este ________________.
18. Celulele cele mai numeroase în retina periferică sunt ________________.
19. Discul optic nu conține receptori vizuali, fiind denumit și ________________.
20. Lobul cerebral în care este interpretat semnalul vizual este ________________.
21. Focalizarea luminii datorită elasticității cristalinului se mai numește ________________.
22. Modificarea formei cristalinului se află sub controlul unui mușchi numit ________________.
23. Persoanele cu o afecțiune manifestată prin mișcarea necoordonată a globilor oculari, spunem că suferă de ________________.
24. Înaintarea în vârstă poate reduce puterea de acomodare, tulburare numită ________________.
25. Miopia poate fi corectată cu ochelari având lentile ________________.
26. Persoanele care nu văd bine la distanțe mici suferă de ________________.
27. Hipermetropia poate fi corectată cu ochelari având lentile ________________.
28. Curbura neregulată a corneei are ca rezultat o afecțiune numită ________________.
29. Afecțiunea determinată genetic în urma căreia o persoană nu poate distinge anumite culori se numește ________________.
30. Lobul cerebral în care are loc percepția auditivă este ________________.

31. Numele membranei ce separă urechea externă de cea medie este __________________.

32. Oasele urechii medii, ce transmit sunetul către urechea internă, sunt ciocanul, nicovala și __________________.

33. Tubul lung și subțire care leagă faringele de urechea medie se numește __________________.

34. Structura asemănătoare unui melc din urechea internă se numește __________________.

35. Cele trei calități ale sunetului sunt intensitatea, frecvența și __________________.

36. Undele sonore sunt transmise de către oasele urechii medii unei structuri aflate la intrarea în cohlee, cu care scărița vine în contact, numită __________________.

37. În interiorul cohleei, celulele ciliate detectează modificările presiunii provocate de sunet la nivelul unei structuri numite __________________.

38. Impulsurile nervoase generate de sunet sunt transmise spre creier prin ramura cohleară a nervului __________________.

39. Simțul gustului mai este denumit și __________________.

40. Mugurii gustativi sunt localizați pe partea dorsală a limbii, unde fac parte din mici protuberanțe numite __________________.

41. Cele cinci gusturi primare sunt dulce, acru, sărat, umami și __________________.

42. Gustul sărat și cel dulce sunt detectate mai ales de porțiunea __________________ a limbii.

43. Impulsurile gustative sunt transmise creierului prin intermediul nervului facial sau al __________________.

44. Simțul mirosului se mai numește __________________.

45. Interpretarea mirosului are loc în lobul temporal cerebral și în __________________.

46. Receptorii pentru simțul tactil din piele se mai numesc __________________.

47. Receptorii ce detectează presiunea și vibrațiile puternice se numesc __________________.

48. Simțul echilibrului este asociat cu canale și pasaje aflate în __________________.

49. Fiecare dintre canalele semicirculare utilizate în menținerea echilibrului vine în contact cu o formațiune numită __________________.

50. Menținerea posturii depinde de impulsuri ce iau naștere în canalul semicircular prin mișcarea unor mici fragmente de carbonat de calciu numite __________________.

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii:*

1. Stratul extern al peretelui globului ocular este alcătuit din
   A. iris şi corpii ciliari
   B. retină
   C. cornee şi scleră
   D. celule cu bastonaşe şi cu conuri

2. Umoarea vitroasă a ochiului se găseşte între
   A. iris şi cristalin
   B. pupilă şi iris
   C. retină şi fovee
   D. cristalin şi retină

3. Irisul este alcătuit din
   A. vase sanguine pigmentate
   B. două straturi de muşchi neted
   C. celule nervoase
   D. celule ale ţesutului conjunctiv denumite astrocite

4. Culoarea ochilor depinde de pigmenţii conţinuţi în
   A. iris
   B. retină
   C. scleră
   D. cornee

5. Următoarele sunt componente ale retinei, *cu excepţia*:
   A. neuronilor bipolari
   B. neuronilor ganglionari
   C. celulelor cu conuri
   D. muşchilor ciliari

6. Conjunctiva este o membrană mucoasă care
   A. acoperă sclera şi se extinde către retină
   B. acoperă globul ocular şi căptuşeşte pleoapele
   C. acoperă celulele cu bastonaşe, dar nu şi pe cele cu conuri
   D. se găseşte doar în camera posterioară a ochiului

7. Lacrimile sunt produse de un set de glande numite
   A. glande etmoide
   B. glande lacrimale
   C. glande submandibulare
   D. glande suspensoare

8. Celulele în formă de bastonaş permit vederea
   A. în condiţii de lumină puternică
   B. în culori
   C. în condiţii de lumină slabă
   D. numai la nivelul foveei

9. Cea mai mare concentrație de celule cu conuri se găsește în
   A. corpul ciliar
   B. iris
   C. foveea centrală
   D. lobul temporal

10. Cel mai mare număr de celule cu bastonașe se află în
   A. ligamentul suspensor
   B. periferia retinei
   C. lobul occipital
   D. pata oarbă

11. Imaginea inversată este reorientată în poziție normală în
   A. lobul temporal
   B. pata oarbă
   C. lobul occipital
   D. discul optic

12. Procesul de acomodare pentru vederea de aproape se datorează
   A. modificării formei cristalinului
   B. înlocuirii celulelor cu conuri de către celule cu bastonașe
   C. formării imaginii în fața retinei
   D. apariției discromatopsiei

13. Persoanele cu strabism suferă de o afecțiune în care
   A. nu pot distinge culoarea roșie sau verde
   B. razele luminoase sunt focalizate în spatele retinei
   C. discul optic este lezat
   D. cei doi ochi nu sunt coordonați

14. Miopia se corectează cu ochelari având lentile
   A. plate
   B. biconvexe
   C. biconcave
   D. confocale

15. Hipermetropia se poate corecta cu ochelari având lentile
   A. biconvexe
   B. biconcave
   C. plate
   D. confocale

16. La o persoană cu hipermetropie
   A. imaginea se formează în fața retinei
   B. imaginea nu se formează
   C. imaginea se formează în spatele retinei
   D. axele optice ale ochilor sunt încrucișate

17. Discromatopsia este rezultatul
    A. unei leziuni oculare
    B. unei afecțiuni genetice
    C. astigmatismului
    D. purtării de ochelari nepotriviți

18. Următoarele sunt componente ale urechii externe, *cu excepția*
    A. membranei timpanice
    B. auriculului
    C. canalului auditiv extern
    D. ciocanului, nicovalei și scăriței

19. Trompa lui Eustache se întinde între
    A. urechea medie și cea internă
    B. auricul și cohlee
    C. cohlee și canalele semicirculare
    D. faringe și urechea medie

20. Următoarele sunt caracteristici ale undelor sonore, *cu excepția*
    A. intensității
    B. timbrului
    C. refracției
    D. frecvenței

21. Vibrațiile sonore sunt conduse dinspre scăriță înspre perilimfa cohleară de către
    A. fereastra ovală
    B. organul lui Corti
    C. neuronii bipolari
    D. auricul

22. Moleculele de substanță ce determină gustul amar sunt detectate în principal în
    A. porțiunea posterioară a limbii
    B. zonele de sub limbă
    C. porțiunea laterală anterioară a limbii
    D. nici o porțiune a limbii

23. Mugurii gustativi trimit stimuli către creier prin intermediul
    A. nervilor facial și glosofaringian
    B. nervilor vag și accesoriu
    C. nervilor olfactiv și optic
    D. nervilor trohlear și trigemen

24. Nervul olfactiv transportă în principal impulsuri provenite de la
    A. limbă
    B. ureche
    C. nas
    D. piele

25. Utricula, sacula și vestibulul sunt implicate în
    A. auz
    B. vedere
    C. echilibru
    D. presiune

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Nervul care transmite impulsurile dinspre ochi către creier este nervul olfactiv.
2. Stratul intern al globului ocular este un strat bogat vascularizat ce conține coroida, irisul și corpii ciliari.
3. Cele două componente ale stratului extern al globului ocular sunt corneea și retina.
4. Camera posterioară a ochiului se găsește între iris și retină.
5. Irisul este alcătuit din două straturi de mușchi striat.
6. Cristalinul este un disc transparent biconcav alcătuit din material proteic dispus în straturi concentrice.
7. Ligamentul suspensor leagă cristalinul de corpul ciliar.
8. Neuronii ce primesc impulsurile generate de celulele cu conuri și bastonașe sunt neuroni unipolari.
9. Membrana mucoasă ce se răsfrânge peste o parte a globului ocular și căptușește pleoapa se numește conjunctivă.
10. Lacrimile ce umectează globul ocular sunt produse de aparatul nazal.
11. Celulele cu bastonașe permit vederea detaliată și în culori.
12. Celulele cu conuri sunt mai numeroase în foveea centrală, o mică depresiune situată în apropierea părții posterioare a centrului retinei.
13. Numărul de celule cu bastonașe descrește odată cu îndepărtarea de foveea centrală.
14. Principala structură implicată în focalizarea razelor luminoase pe retină este irisul.
15. Mușchii intrinseci ai ochiului sunt responsabili de mișcările globilor oculari ce ajută la obținerea unei imagini tridimensionale.
16. Astigmatismul se datorează curburii neregulate a cristalinului sau a retinei.
17. Aria percepției auditive se află în lobul temporal din cerebel.
18. Cele trei oase ale urechii medii sunt ciocanul, etmoidul și scărița.
19. Trompa lui Eustache, care se termină în urechea internă, ajută la menținerea presiunii aerului de ambele părți ale timpanului.
20. Intensitatea undelor sonore se exprimă de obicei în decibeli.
21. Vibrațiile perilimfei din urechea internă sunt transmise dendritelor localizate în organul lui Corti din cohlee.

22. Majoritatea papilelor ce conțin muguri gustativi se găsesc pe palatul moale.
23. Stimulii gustativi trec prin cerebel în drumul lor spre lobii temporali cerebrali, unde sunt interpretați.
24. Organismul poate detecta patru mirosuri.
25. Canalele semicirculare ale urechii interne sunt implicate în principal în simțul echilibrului.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Victor suferă de albinism, fiind incapabil să producă melanină. În ce fel îi afectează această tulburare simțul văzului?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 12.9

1. o
2. p
3. g
4. s
5. i
6. l
7. d
8. m
9. k
10. c
11. e
12. f
13. t
14. q
15. n
16. a
17. b
18. h
19. j
20. r

Figura 12.10

1. m
2. l
3. b
4. c
5. h
6. e
7. g
8. d
9. f
10. o
11. a
12. n
13. j
14. i
15. p
16. k

SECȚIUNEA B - Completare

1. retină
2. nervul optic
3. retină
4. scleră
5. umoarea apoasă
6. umoarea vitroasă
7. cristalin
8. mușchi neted
9. iris
10. pupilei
11. corpul ciliar
12. neuroni
13. conjunctivă
14. aparatul lacrimal
15. bastonașe
16. conuri
17. foveea centrală
18. celulele cu bastonașe
19. pata oarbă
20. lobul occipital
21. acomodare
22. mușchi ciliar
23. strabism
24. presbitism
25. biconcave
26. hipermetropie
27. biconvexe
28. astigmatism
29. discromatopsie
30. lobul temporal
31. timpanul (membrana timpanică)
32. scărița
33. trompa lui Eustache
34. cohleea
35. timbrul
36. fereastra ovală
37. organul lui Corti
38. vestibulocohlear
39. simțul gustativ
40. papile
41. amar
42. anterioară
43. nervului glosofaringian
44. simțul olfactiv
45. lobul frontal
46. discurile Merkel
47. corpusculii Pacini
48. urechea internă
49. utriculă
50. otoliți

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. B	11. C	16. C	21. A
2. D	7. B	12. A	17. B	22. A
3. B	8. C	13. D	18. D	23. A
4. A	9. C	14. C	19. D	24. C
5. D	10. B	15. A	20. C	25. C

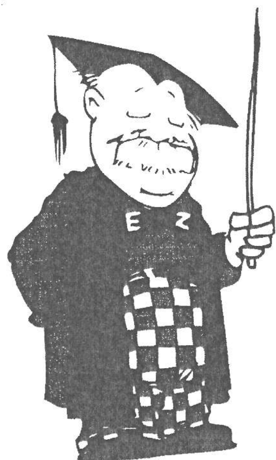
SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. nervul optic
2. mijlociu
3. sclera (sclerotica)
4. cristalin
5. neted
6. biconvex
7. A
8. bipolari
9. A
10. lacrimal
11. conuri
12. A
13. crește
14. cristalinul
15. extrinseci
16. corneei
17. emisferele cerebrale
18. nicovala
19. medie
20. A
21. A
22. limbă
23. talamus
24. peste 4000 de
25. A

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Deoarece stratul pigmentar al retinei lui Victor nu conține melanină, razele luminoase se vor dispersa în interiorul ochiului, iar imaginile percepute de el vor fi neclare.

13



Sistemul endocrin

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie structura și funcțiile sistemului endocrin. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți diferitele mecanisme intracelulare utilizate de hormoni;
- identificați acele caracteristici ale hipofizei posterioare care o deosebesc de alte organe endocrine;
- definiți și identificați „hormonii tropi";
- asociați toate glandele endocrine și toate tipurile de celule cu hormonii pe care îi produc, funcțiile lor, organele lor țintă și efectele asupra acestora;
- identificați afecțiunile asociate cu dezechilibrele hormonale;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Descrierea generală a hormonilor
- Hipofiza
- Alte glande endocrine – tiroida, paratiroida, pancreasul, glandele suprarenale etc.
- Întrebări recapitulative

Sistemul endocrin este alcătuit din **glande endocrine** și din celule endocrine dispuse difuz în diferite țesuturi. Toate acestea secretă hormoni pe care îi elimină în sânge, cu scopul de a menține homeostazia. Sângele transportă hormonii până la organele țintă, unde aceștia produc modificări biochimice și fiziologice. Spre exemplu, hormonii stimulează creșterea și dezvoltarea, favorizează retenția de apă, ridică sau scad nivelul glucozei din sânge, favorizează retenția de sodiu și induc dezvoltarea caracteristicilor sexuale masculine. La nivelul celulelor țintă, hormonii se leagă de receptori specifici aflați pe suprafața sau în interiorul celulei.

Glandele endocrine produc două tipuri de hormoni: hormoni steroidieni (steroizi) și **hormoni non-steroidieni** (Tabelul 13.1).

Hormonii steroidieni sunt alcătuiți din lipide sintetizate din colesterol. Ei au o structură inelară, complexă, alcătuită din atomi de carbon și hidrogen. Exemple de astfel de hormoni sunt cortizolul, cortizonul, estrogenii, progesteronul și testosteronul.

Hormonii non-steroidieni includ proteine, peptide și amine. **Hormonii proteici** sunt alcătuiți din lanțuri de aminoacizi conectate între ele prin legături peptidice, și includ insulina secretată de pancreas, calcitonina secretată de glanda tiroidă și hormonii hipofizari. **Hormonii peptidici** conțin lanțuri mai scurte de aminoacizi, fiind reprezentați de hormonul antidiuretic (ADH) și oxitocină. **Hormonii aminici** sunt derivați din aminoacizi. Exemple de astfel de hormoni sunt tiroxina, sintetizată în glanda tiroidă, și adrenalina (epinefrina) din glandele suprarenale.

Cercetarea științifică a demonstrat că hormonii steroizi se dizolvă în fosfolipide și trec cu ușurință prin membrana celulară. În citoplasma celulelor țintă, hormonii se combină cu proteine, iar complexul rezultat stimulează activitatea unor gene care codifică tipuri specifice de molecule de ARN mesager. Acest fenomen conduce la declanșarea sintezei proteice, determinând modificări ale metabolismului celular.

Majoritatea hormonilor proteici, peptidici și aminici acționează ca **mesageri primari** ce se leagă de receptori aflați pe membrana celulelor țintă. Astfel, ei intensifică activitatea anumitor enzime membranare. O astfel de enzimă este **adenilat ciclaza** (Figura 13.1). După activare, adenilat ciclaza transformă moleculele de ATP în molecule de adenozin monofosfat ciclic (cAMP). Aceste molecule, denumite **mesageri secundari**, se dispersează în celulă și accelerează anumite modificări celulare, precum creșterea sintezei proteice, alterarea permeabilității membranare și activarea anumitor enzime.

TABELUL 13.1 CELE DOUĂ TIPURI PRINCIPALE DE HORMONI

Tipuri de hormoni	Exemple
Steroizi	Estrogeni, testosteron, aldosteron, cortizol
Non-steroizi	
• Amine	Noradrenalina (norepinefrină), adrenalina (epinefrină)
• Peptide	ADH, oxitocină
• Proteine	Insulină, somatotrop, prolactină
• Glicoproteine	FSH, LH, TSH

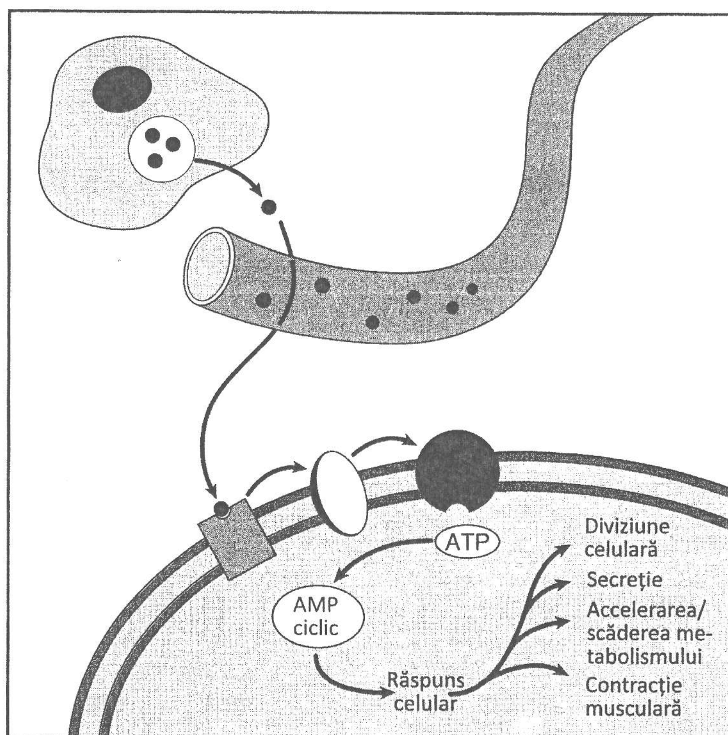


FIGURA 13.1 Activitatea hormonilor proteici, peptidici și aminici. Celula endocrină produce hormonul, care este transportat prin sânge până la celula țintă. Pe suprafața acesteia, hormonul se leagă de un receptor și formează AMP ciclic. Această moleculă acționează ca mesager secundar și induce modificări celulare. În exemplul prezentat, adenilat ciclaza transformă ATP în AMP ciclic. Acesta, la rândul său, activează diverse enzime, provocând un răspuns celular adecvat.

Unele glande endocrine prezintă mecanisme de acțiune autocrine și paracrine. Mecanismul **autocrin** se traduce prin acțiunea unui hormon asupra celulei ce l-a secretat. În cadrul mecanismului **paracrin**, hormonii secretați de o celulă endocrină acționează asupra celulelor din imediata vecinătate.

HIPOFIZA (GLANDA PITUITARĂ)

Hipofiza (Figura 13.2) este o glandă de mărimea unui bob de mazăre, situată în partea inferioară a creierului, într-o depresiune a osului sfenoid denumită sella turcica (șaua turcească), imediat înapoia chiasmei optice. Glanda hipofiză are un lob anterior, denumit **adenohipofiză,** și unul posterior, **neurohipofiză**. Neurohipofiza nu este o glandă endocrină propriu-zisă, ci un rezervor al hormonilor produși de către hipotalamusul situat deasupra ei. O tijă, denumită **infundibul**, leagă hipofiza de partea inferioară a hipotalamusului. Celulele neurosecretoare din hipotalamus sintetizează neurohormoni, care sunt transportați de-a lungul infundibulului în neurohipofiză, unde sunt stocați temporar. Acești hormoni sunt eliberați ca răspuns la stimulii proveniți din neuronii hipotalamici.

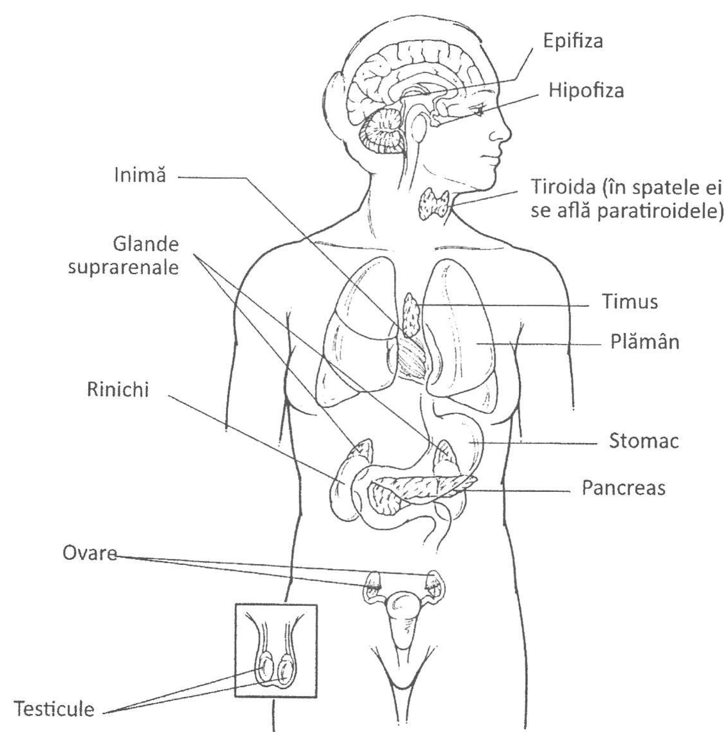


FIGURA 13.2 Glandele endocrine și relația lor cu principalele organe din corp.

Primul hormon eliberat de neurohipofiză este **hormonul antidiuretic (ADH)**, cunoscut și sub denumirea de **vasopresină**. ADH-ul acționează asupra tubilor renali, stimulând reabsorbția apei și determinând astfel creșterea volumului și a presiunii sanguine. Secreția scăzută (hiposecreția) de ADH are ca rezultat **diabetul insipid**, caracterizat prin producere excesivă de urină și senzație excesivă de sete.

Al doilea hormon eliberat de neurohipofiză este **oxitocina**. Celulele țintă ale acestui hormon sunt fibrele musculare netede din uter și glandele mamare, el stimulând astfel contracțiile uterine și eliminarea laptelui. La femeile ce alăptează, secreția de oxitocină este reglată parțial prin actul suptului.

> **DE REȚINUT**
> Prolactina secretată de adenohipofiză stimulează sinteza laptelui. Oxitocina neurohipofizară stimulează ejecția laptelui și contracțiile uterine din timpul nașterii.

Lobul anterior al hipofizei (adenohipofiza) produce câțiva hormoni cu importanță majoră. Adenohipofiza este controlată de către hipotalamus, care secretă **hormoni stimulatori** și **hormoni inhibitori**, eliberați în vasele sistemului port hipotalamo-hipofizar. Hormonii sintetizați de hipotalamus ajung astfel în hipofiză (Figura 13.3). Hormonii stimulatori cresc rata de sinteză și de eliberare a hormonilor hipofizei anterioare, pe când hormonii inhibitori o diminuează. Hormonii hipofizei anterioare controlează alte glande endocrine, motiv pentru care hipofiza este considerată glanda „dirijor" a sistemului endocrin. Hormonii care controlează alte glande endocrine se numesc **hormoni tropi**.

Primul hormon adenohipofizar, **hormonul de creștere uman (HGH – Human Growth Hormone)** este cunoscut și sub denumirea de **hormon somatotrop (STH)**. Acesta accelerează creșterea organismului prin stimularea introducerii aminoacizilor și

a proteinelor în celule, prin promovarea sintezei proteice și mobilizarea grăsimilor. Hormonul somatotrop este o proteină alcătuită din 31 de aminoacizi. Secreția de STH este inhibată de nivelul sanguin crescut al hormonului.

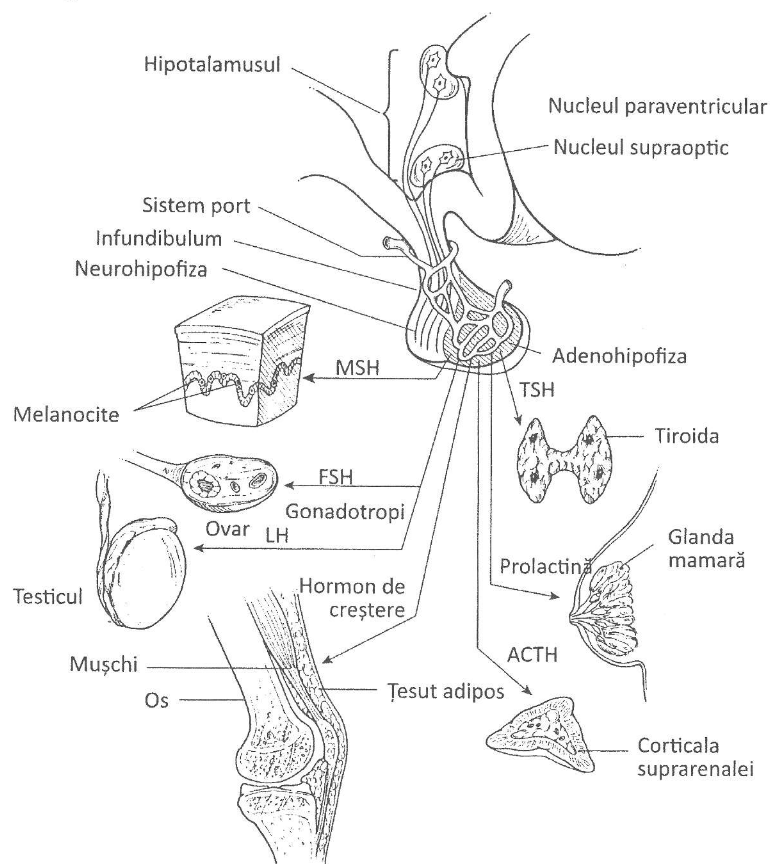


FIGURA 13.3 Adenohipofiza, vedere laterală stângă. Sunt ilustrați hormonii secretați din adenohipofiză și organele lor țintă. Observați relația glandei hipofize cu hipotalamusul, și vascularizația ei. Hormonii neurohipofizari nu sunt reprezentați.

Deficitul de STH în copilărie cauzează **nanism** hipofizar, iar excesul **gigantism**. Excesul de STH la adulți are ca rezultat **acromegalia**, o afecțiune caracterizată prin schimbarea fizionomiei și a aspectului fizic al unei persoane, ca urmare a îngroșării și a creșterii exagerate a țesuturilor moi. Aceste modificări au loc în special la nivelul feței, mâinilor și a labelor picioarelor.

Al doilea hormon adenohipofizar este **hormonul stimulator tiroidian (TSH)**. Acest hormon reglează dezvoltarea glandei tiroide și stimulează captarea iodului de către aceasta. De asemenea, TSH-ul controlează sinteza și eliberarea hormonilor tiroidieni, el fiind, astfel, un hormon trop.

Al treilea hormon adenohipofizar este **hormonul adrenocorticotrop (ACTH)**, un alt hormon trop. Țesutul țintă al ACTH-ului este zona corticală a glandei suprarenale. La acest nivel, ACTH-ul influențează creșterea tisulară și stimulează secreția unor hormoni numiți glucocorticoizi.

Al patrulea hormon adenohipofizar este **prolactina**. Acest hormon acționează asupra glandelor mamare, stimulând producerea laptelui pentru alăptarea nou-născutului.

Ultimii hormoni adenohipofizari sunt hormonii gonadotropi: **hormonul foliculo-stimulant (FSH)** și **hormonul luteinizant (LH)**, care au efecte asupra gonadelor (organele sexuale). FSH acționează asupra ovarelor și a testiculelor. La femei, FSH-ul stimulează dezvoltarea foliculilor ovarieni în vederea producerii ovulelor, iar la bărbați stimulează producerea spermatozoizilor. LH stimulează, la femei, maturarea foliculilor ovarieni și ovulația. De asemenea, stimulează secreția de estrogeni și progesteron de către corpul galben (Capitolul 23). La bărbați, LH stimulează producerea testosteronului la nivel testicular. (Figura 13.3 prezintă, pe scurt, țesuturile țintă ale hormonilor adenohipofizari). Atât FSH-ul, cât și LH-ul, sunt hormoni tropi (Tabelul 13.2 prezintă, pe scurt, hormonii hipofizari).

TABELUL 13.2 HORMONII GLANDEI HIPOFIZE

Hormonul	Organul/organele țintă	Efecte principale
Lobul anterior:		
Hormonul de creștere sau **somatotrop** (STH)	Țesuturile întregului organism	Stimulează creșterea
Hormonul stimulator tiroidian (TSH)	Glanda tiroidă	Stimulează producerea tiroxinei
Hormonul adreno-corticotrop (ACTH)	Zona corticală a suprarenalei, pielea, ficatul, glanda mamară	Stimulează producerea corticosteroizilor; crește rata metabolismului, stimulează depunerea glicogenului în ficat, pigmentarea pielii, producerea laptelui
Prolactina (PRL)	Glanda mamară	Stimulează producerea laptelui după naștere
Hormonul foliculo-stimulant (FSH)	Foliculul ovarian și tubii seminiferi testiculari	Stimulează creșterea foliculilor și a tubilor
Hormonul luteinizant (LH)	Corpul galben (luteal) ovarian și celulele interstițiale din testicul	Stimulează formarea corpului galben (luteal) din folicul; stimulează producția de progesteron în ovare și de testosteron în testicule
Hormonul melanocito-stimulator (MSH)	Melanocitele cutanate	Controlează pigmentarea pielii
Lobul posterior:		
***Vasopresina** sau **hormonul antidiuretic** (ADH)	Mușchii netezi, în special cei ai arteriolelor, și tubii renali	Provoacă vasoconstricție, ridicând astfel presiunea sanguină; stimulează reabsorbția apei în rinichi
***Oxitocina**	Uterul și ductele din glanda mamară	Stimulează contracția uterului, dacă aceasta este inițiată de hormonii ovarieni; stimulează ejecția laptelui de către glanda mamară

*hormoni produși de hipotalamus și eliberați de către neurohipofiză.

GLANDA TIROIDĂ

Glanda tiroidă este situată în țesuturile moi ale gâtului, în fața laringelui. Este compusă din doi lobi laterali interconectați prin intermediul unei benzi de țesut numite istm. Vârful fiecărui lob se situează lateral de treimea inferioară a cartilajului tiroidian al laringelui, iar baza se află lateral față de porțiunea superioară a traheei. Unitatea funcțională a glandei tiroide este reprezentată de foliculul tiroidian (Figura 13.4).

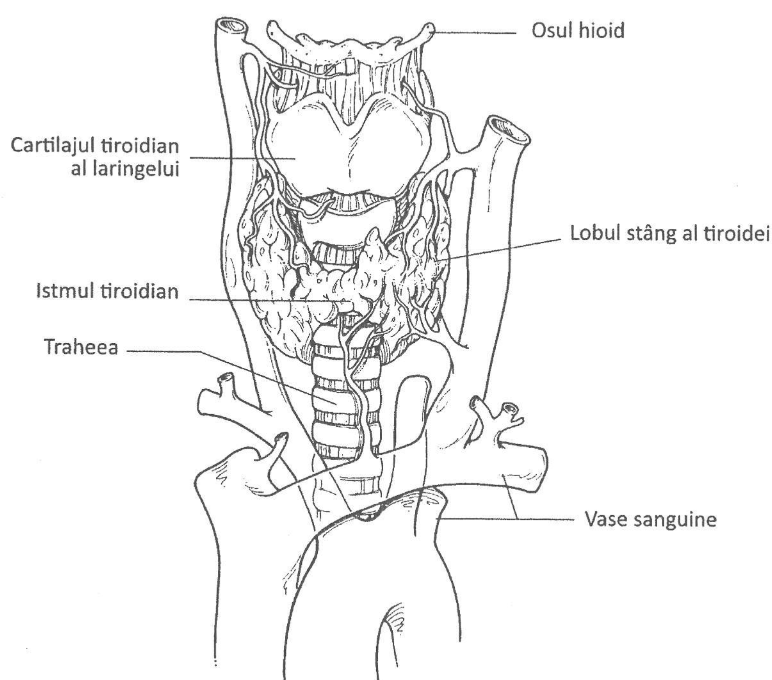


FIGURA 13.4 Glanda tiroidă, fața anterioară. Cei doi lobi laterali sunt uniți printr-un istm.

Glanda tiroidă secretă trei hormoni principali: tiroxina, triiodotironina și calcitonina. **Tiroxina** (T4) și **triiodotironina** (T3) accelerează rata metabolismului celular. La tineri, ei reglează creșterea și stimulează maturarea sistemului nervos. Sinteza acestor hormoni este reglată de hormonul stimulator tiroidian (TSH), secretat de către adenohipofiză.

Hormonii tiroidieni accelerează rata metabolismului celular în tot organismul. Ei stimulează activitatea enzimelor asociate cu metabolismul glucozei și, prin urmare, cresc rata metabolismului bazal, la fel ca și cantitatea de oxigen consumată de către celule și cantitatea de căldură produsă. Acești hormoni stimulează și creșterea numărului de receptori din vasele sanguine, având un rol în menținerea presiunii sanguine.

TABELUL 13.3 PRINCIPALII HORMONI DIN ORGANISMUL UMAN

Glanda	Localizare	Produși	Organe țintă sau funcție
Hipofiza	Partea inferioară a creierului	Vezi Tabelul 13.2	Vezi Tabelul 13.2
Tiroida	Anterior și inferior față de laringe	Tiroxină Triiodotironină Calcitonină	Celulele din toate țesuturile organismului Crește rapid depunerea de calciu în oase și scade concentrația sanguină a calciului
Paratiroida	Pe suprafața posterioară a glandei tiroide	Parathormon	Reglează activitatea osteoclastelor, crescând concentrația calciului în sânge
Pancreasul (insulele Langerhans)	În cavitatea abdominală, sub stomac		
celulele beta		Insulină	Facilitează pătrunderea glucozei în celule, în special la nivel hepatic
celulele alfa		Glucagon	Facilitează degradarea glicogenului în ficat și eliberarea glucozei în sânge
Suprarenala	Polul superior al rinichiului		
zona medulară	Zonă internă a glandei, origine nervoasă	Adrenalină Noradrenalină	Acționează în reacțiile de urgență („fight or flight”)
zona corticală	Zonă periferică a glandei	Glucocorticoizi	Reglează metabolismul glucidelor și al lipidelor
		Mineralocorticoizi	Reglează echilibrul sodiului și al mineralelor
		Hormoni sexuali	Afectează hormonii sexuali secundari
Epifiza	În mezencefal, pe peretele superior al ventriculului III	Melatonină	Organele reproducătoare, în special ovarele

Pentru ca tiroida să poată produce tiroxină și triiodotironină este necesar aportul alimentar de **iod**. Dacă iodul este indisponibil în alimentație, tiroida acumulează fluid și apare o creștere în dimensiuni a părții anterioare a gâtului numită **gușă**. Suplimentarea iodului alimentar ameliorează această afecțiune.

Hiposecreția de tiroxină la copii are ca rezultat **cretinismul**. Simptomele cretinismului includ creșterea deficitară, trăsături faciale îngroșate, creștere osoasă anormală, retard mental și letargie generală. Tratamentul în cretinism este reprezentat de hormonoterapia

cu tiroxină. La adulți secreția insuficientă de tiroxină duce la **mixedem**. Simptomele acestei boli includ creșterea în greutate, ritm cardiac lent, rată metabolică redusă, lipsă de energie și o stare de slăbiciune generalizată. Un exces de tiroxină și triiodotironină duce la **boala Graves** (gușa exoftalmică). Printre simptome se numără pierderea în greutate, accelerarea pulsului, creșterea apetitului și creșterea ratei metabolice. Uneori, se observă exoftalmie (globi oculari proeminenți).

Cel de-al treilea hormon tiroidian este **calcitonina** (Tabelul 13.3). Calcitonina reglează nivelul de calciu din sânge și este antagonistul parathormonului secretat de glanda paratiroidă. Calcitonina scade nivelul calciului în sânge și crește depunerea acestuia în oase, pe când parathormonul are efecte inverse.

GLANDELE PARATIROIDE

Glandele paratiroide sunt reprezentate de patru mici mase de țesut glandular localizate pe fața posterioară a glandei tiroide. Fiecare dintre ele are aproximativ mărimea unui bob de mazăre (Figura 13.5). Ele secretă **parathormonul (PTH)** sau hormonul paratiroidian. Parathormonul crește nivelul de calciu din sânge. El are acțiune antagonistă față de calcitonină, crescând resorbția calciului din oase prin stimularea activității osteoclastelor. De asemenea, el influențează reabsorbția calciului în tubii renali și la nivelul mucoasei intestinale.

Parathormonul stimulează activarea renală a vitaminei D, care va regla apoi absorbția calciului în intestin. Bolile datorate hipersecreției de parathormon se datorează, în general, unei tumori paratiroidiene. Semnele caracteristice acestor boli sunt deformările și scăderea densității oaselor.

DE REȚINUT
Calcitonina stimulează creșterea osoasă iar parathormonul resorbția osoasă. Ambii hormoni controlează nivelul sanguin al calciului.

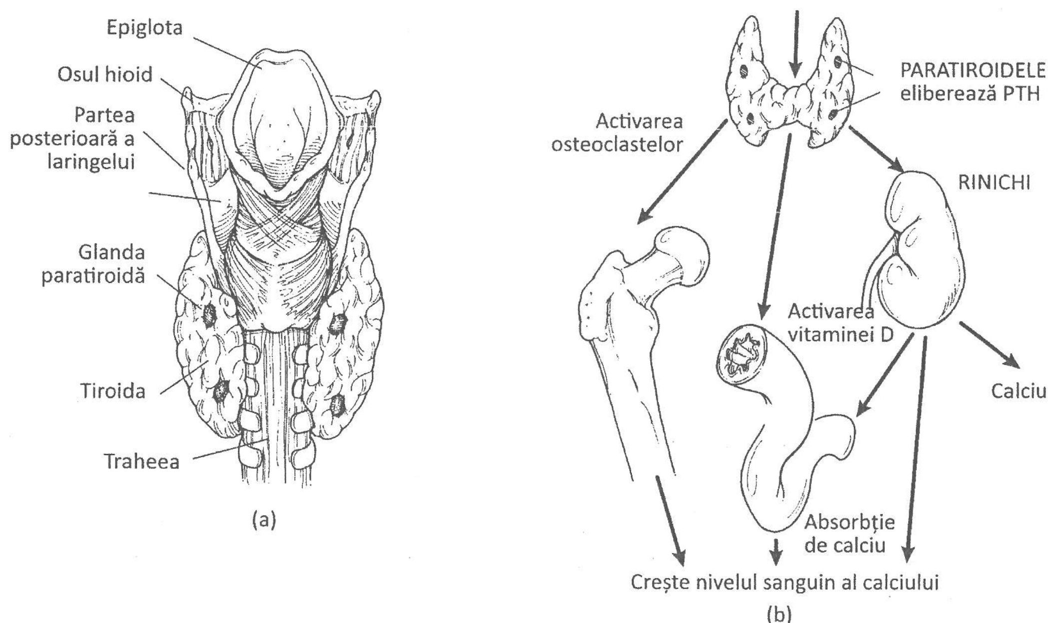


FIGURA 13.5 Glanda paratiroidă și parathormonul. (a) Cele patru glande paratiroide situate pe fața posterioară a tiroidei. (b) Când nivelul sanguin al calciului scade, paratiroidele eliberează parathormonul (PTH). Hormonul crește nivelul sanguin al calciului acționând asupra oaselor, tubilor renali și intestinului.

PANCREASUL

Pancreasul este un organ glandular de dimensiuni mari, cu o formă aplatizată, localizat în cavitatea abdominală, sub stomac, într-un pliu al mezenterului (Figura 13.6). Acest organ are atât funcţie digestivă cât şi funcţie endocrină. Funcţia digestivă a pancreasului constă în producerea de enzime digestive pancreatice, iar cea endocrină în producerea a doi hormoni principali, insulina şi glucagonul. În pancreas există mult mai multe celule ce produc enzime digestive decât celule ce produc hormoni. Acestea din urmă se găsesc în interiorul **insulelor pancreatice** (insulele Langerhans), despre care se spune că sunt „insule" de ţesut endocrin într-o „mare" de ţesut ce produce enzime digestive.

Insulina este un hormon proteic compus din 51 de aminoacizi asamblaţi în două lanţuri proteice. Acest hormon acţionează în întregul organism, stimulând intrarea moleculelor de glucoză în celule şi, astfel, scade nivelul sanguin al glucozei. Insulina este produsă de către **celulele beta** din insulele Langerhans, după ingestia de alimente.

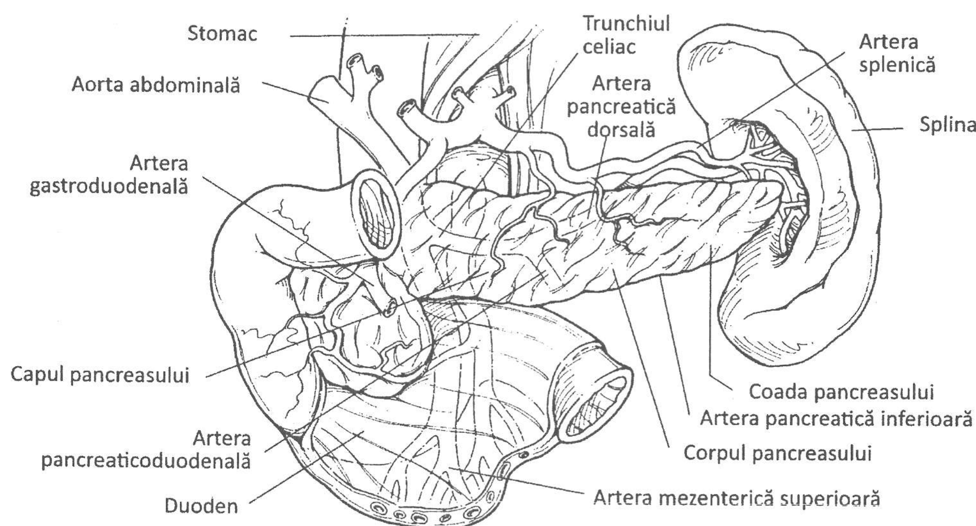


FIGURA 13.6 Pancreasul în poziţia sa anatomică în cavitatea abdominală, vedere frontală. Partea stângă a stomacului este ridicată, pentru a se putea observa pancreasul.

Când celulele beta sunt inactive, organismul este lipsit de insulină, dezvoltându-se o afecţiune numită **diabet zaharat** (tip 1). Un alt tip de diabet (tip 2) apare când celulele din organism dispun de un număr redus de receptori pentru insulină. În ambele tipuri de diabet, în celule nu pătrunde suficientă glucoză pentru un metabolism normal, rezultatul fiind lipsa de energie la nivelul întregului organism şi o stare de oboseală. Rinichiul permite eliminarea glucozei aflate în exces în sânge, prin urină. Astfel, concentraţia glucozei în urină creşte, iar rinichii elimină multă apă pentru a o dilua. Prin urmare, o persoană diabetică va urina frecvent şi va suferi de o senzaţie excesivă de sete.

Cel de-al doilea hormon pancreatic este **glucagonul** (Figura13.7). Glucagonul este produs de **celulele alfa** din insulele Langerhans în lipsa aportului alimentar. Glucagonul stimulează degradarea glicogenului (glicogenoliză) la nivelul ficatului. Acest proces are ca rezultat molecule de glucoză, care sunt eliberate în sânge. Astfel, glucagonul crește nivelul sanguin al glucozei, pe când insulina îl scade. Glucagonul promovează și gluconeogeneza, ce reprezintă formarea glucozei din aminoacizi și molecule lipidice acide. Efectul acestui proces este îndepărtarea aminoacizilor din sânge.

DE REȚINUT
Insulina este eliberată postprandial și stimulează pătrunderea glucozei în celule. Glucagonul este eliberat în condiții de înfometare și crește nivelul sanguin al glucozei.

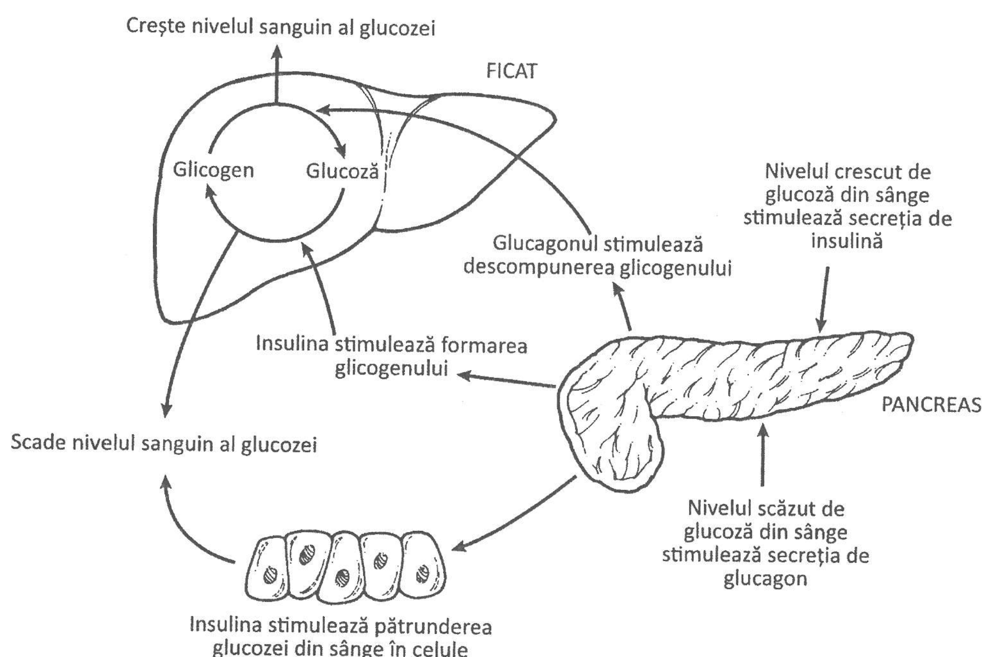


FIGURA 13.7 Efectele antagoniste ale insulinei și ale glucagonului, cei doi hormoni pancreatici. Când nivelul sanguin al glucozei este ridicat, insulina stimulează celulele organismului și ficatul să îndepărteze glucoza din sânge. Un nivel scăzut al glucozei în sânge declanșează eliberarea glucagonului, care stimulează ficatul să crească nivelul glucozei în sânge.

GLANDELE SUPRARENALE

Glandele suprarenale sunt glande pereche localizate la polul superior al rinichilor. Fiecare glandă suprarenală are două porțiuni: **medulara**, în centru și **corticala**, la periferie (la exterior). Medulara secretă hormoni cu acțiune complementară cu cea a sistemului nervos simpatic, iar corticala secretă hormoni ce contribuie la reglarea echilibrului mineral și energetic, și a funcțiilor reproducătoare ale organismului.

Hormonii zonei corticale sunt denumiți glucocorticoizi și mineralocorticoizi. **Mineralocorticoizii** au ca reprezentant **aldosteronul** (Figura 13.8). Acești hormoni reglează

concentrația de electroliți, în special sodiu și potasiu, din sânge și fluidele corporale. La rândul ei, secreția de mineralocorticoizi este reglată de către concentrația sanguină a electroliților. **Glucocorticoizii** au efecte asupra metabolismului carbohidraților, proteinelor și lipidelor. În același timp, ei stimulează vasoconstricția și au rol antiinflamator. Unul din cei mai importanți glucocorticoizi este **cortizolul**. Secreția glucocorticoizilor este reglată de către hormonul adrenocorticotrop (ACTH) din adenohipofiză printr-un mecanism de feedback negativ.

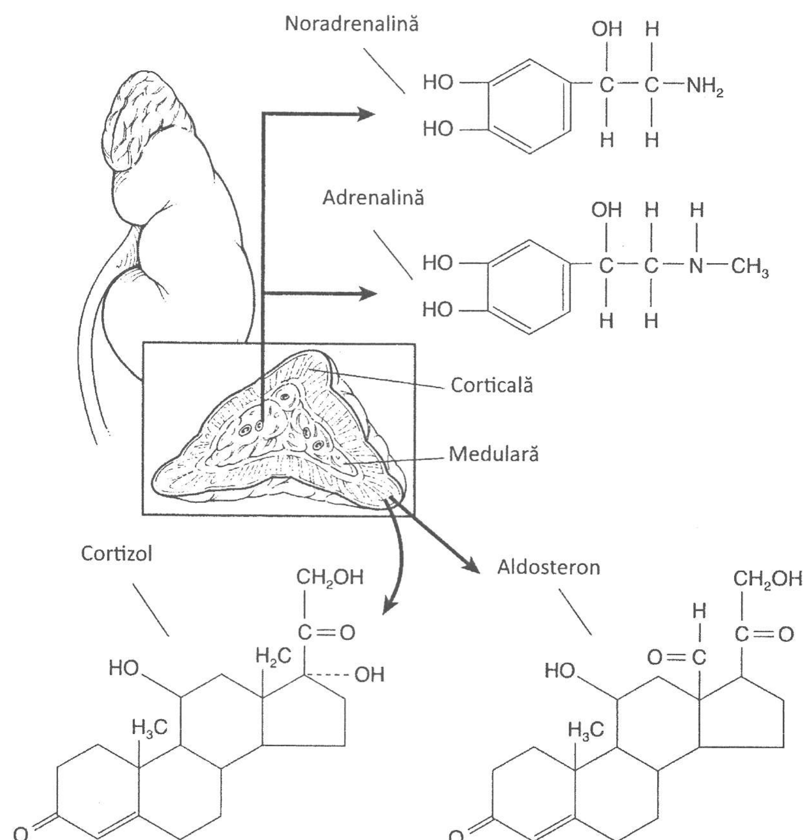


FIGURA 13.8 Glanda suprarenală în poziție anatomică, deasupra rinichiului, cele două regiuni ale glandei și hormonii reprezentativi pentru fiecare regiune. Cortizolul și aldosteronul sunt hormoni steroizi, cu o configurație moleculară tipică pentru aceștia.

Corticala glandelor suprarenale produce și **hormoni steroizi**, care influențează caracterele sexuale. Acești hormoni suplimentează cantitatea, mult mai mare, de hormoni sexuali produși de către gonade.

Medulara glandei suprarenale secretă o serie de hormoni aminici denumiți **catecolamine**, ce includ **adrenalina (epinefrina)** și **noradrenalina (norepinefrina)**. Ambii hormoni pregătesc organismul pentru efort fizic intens și reacția „fight or flight". În acest sens, ambii hormoni acționează împreună cu sistemul nervos simpatic.

Hipo- sau hipersecreția de hormoni corticali provoacă diverse boli. **Boala Addison**, care apare în urma hiposecreției de glucocorticoizi și mineralocorticoizi, este însoțită de

un dezechilibru al sodiului și al potasiului, un ten închis la culoare, deshidratare, hipotensiune și o stare generală de slăbiciune. Hipersecreția de glucocorticoizi are ca rezultat **sindromul Cushing**, care este însoțit de umflarea feței, hipertensiune și slăbiciune musculară generalizată.

ALTE GLANDE ENDOCRINE

Sistemul endocrin include și ovarele și testiculele. În **ovare**, celulele foliculare secretă estrogeni și progesteron (hormoni feminini), care influențează dezvoltarea caracterelor sexuale secundare feminine (Capitolul 23). La bărbați, **testiculele** secretă testosteron și alți androgeni (hormoni masculini), care influențează caracterele sexuale secundare masculine (Capitolul 22).

O altă glandă endocrină este **epifiza** (glanda pineală), o glandă mică situată în mezencefal, pe peretele superior al ventriculului III. Epifiza este legată de talamus și secretă un hormon numit **melatonină**. Se crede că melatonina reglează secreția altor hormoni și că poate influența ciclul zi-noapte (ritmul nictemeral).

Timusul este un organ localizat în mediastinul superior, înapoia sternului (Figura 13.9). El secretă **timozine**, o serie de hormoni implicați în maturarea și dezvoltarea limfocitelor T, care fac parte din sistemul imunitar al organismului (Capitolul 16). Timusul este bine dezvoltat la făt și nou-născut, dar dimensiunile sale scad cu vârsta.

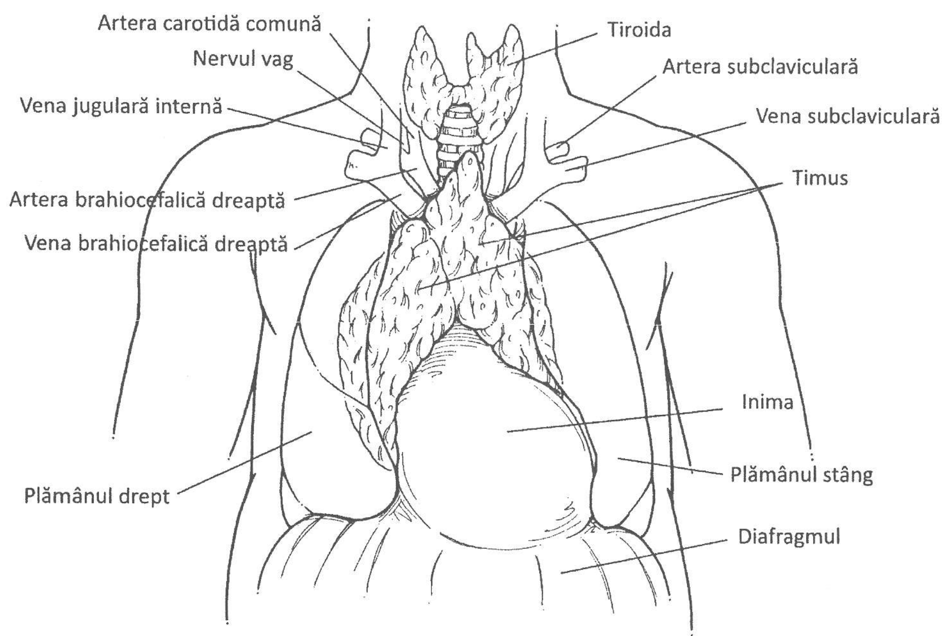


FIGURA 13.9 Timusul în poziție anatomică, în interiorul toracelui unui copil. Glanda descrește cu vârsta, fiind abia vizibilă la adolescenți.

În epiteliul care tapetează stomacul și intestinul subțire se găsesc câteva **celule endocrine digestive**. Aceste celule secretă gastrină, secretină și alți hormoni implicați în procesele digestive (Capitolul 18).

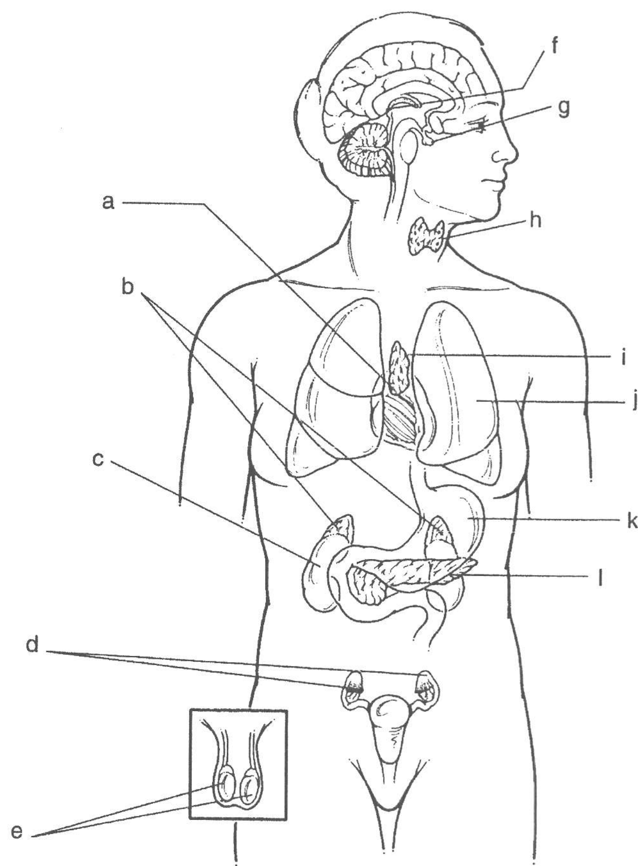
În anumite organe precum ficatul, rinichiul, inima și plămânii, există celule endocrine ce secretă cantități extrem de mici de hormoni non-steroizi, denumiți **prostaglandine**. Prostaglandinele au diverse efecte asupra țesuturilor, ca de exemplu contracția țesutului muscular neted.

Celulele **rinichiului** produc un hormon numit **eritropoetină**, care stimulează sinteza hematiilor în măduva osoasă roșie.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE.

***SECȚIUNEA A** – Identificați corect glandele endocrine.*



__ 1. glandele suprarenale
__ 2. inima
__ 3. rinichiul
__ 4. plămânul
__ 5. ovarele
__ 6. pancreasul
__ 7. epifiza
__ 8. hipofiza
__ 9. stomacul
__10. testiculele
__11. timusul
__12. tiroida

FIGURA 13.10

***SECȚIUNEA B – Completare**: Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Glandele endocrine produc ________________.
2. Hormonii steroizi sunt molecule de lipide sintetizate din ________________.
3. Toți hormonii sunt transportați în organism de către ______________.
4. Estrogenii, progesteronul și cortizolul sunt exemple de _______________.
5. Interacțiunea hormonilor non-steroizi cu celulele poate induce activarea unei enzime numită ____________.
6. Hipofiza este situată într-o depresiune a osului sfenoid numită _______________.
7. Hormonii eliberați de către neurohipofiză sunt produși de o regiune a creierului numită ______________.
8. Un alt nume al lobului anterior al hipofizei este ______________.
9. Secreția excesivă de hormon de creștere în copilărie duce la _____________.
10. Tiroida este situată în țesuturile moi ale ______________.
11. Pentru a se putea produce tiroxină, alimentația trebuie să conțină ______________.
12. Secreția insuficientă de tiroxină la copii poate provoca o boală numită ______________.
13. Un exces de tiroxină poate provoca o afecțiune numită _______________.
14. Hormonul TSH este secretat de către hipofiză și acționează asupra _______________.
15. Hormonul ce acționează asupra glandelor mamare, stimulând secreția lactată, se numește _____________.
16. Unul dintre hormonii neurohipofizari stimulează reabsorbția apei din tubii renali și se numește _____________.
17. Hormonul al cărui organ țintă este uterul, unde produce contracții, se numește _______________.
18. În absența iodului alimentar, glanda tiroidă crește în dimensiuni, apărând o afecțiune numită _______________.
19. Glandele paratiroide sunt situate pe partea posterioară a _______________.
20. Parathormonul, secretat de către paratiroide, reglează nivelul de _______________.

21. Hormonul secretat de tiroidă, care reglează nivelul de calciu, se numește ______________.

22. Organul glandular de mari dimensiuni, localizat în cavitatea abdominală, care are atât funcție endocrină cât și funcție exocrină, se numește ______________.

23. Diabetul zaharat este o afecțiune în care pancreasul produce o cantitate insuficientă de ______________.

24. Insulina stimulează pătrunderea în celule a ____________.

25. În lipsa aportului alimentar, pancreasul produce ______________.

26. Insulina este produsă de celulele pancreatice numite _____________.

27. Glandele suprarenale se găsesc pe polul superior al ______________.

28. Partea externă a glandelor suprarenale se numește _____________.

29. Aldosteronul este un exemplu de hormoni suprarenali numiți ________________.

30. Metabolismul carbohidraților, al proteinelor și al lipidelor este reglat de hormoni secretați în corticala suprarenalelor și denumiți ________________.

31. Activitatea glandelor suprarenale este controlată de un hormon adenohipofizar prescurtat _____________.

32. O secreție insuficientă de hormoni în corticala suprarenalelor poate avea ca efect o boală numită _____________.

33. Un alt nume al hormonului paratiroidian este ______________.

34. Insulina este alcătuită exclusiv din ______________.

35. Funcția glucagonului este stimularea degradării glucidului numit ____________.

36. Partea internă a glandei suprarenale se numește ______________.

37. Concentrația de electroliți din organism este reglată de hormonii secretați de suprarenală, numiți _______________.

38. Un important hormon secretat în medulara suprarenalei, care are rol în reacția „fight or flight”, este ______________.

39. Secreția excesivă de glucocorticoizi de către corticala suprarenalei poate duce la ______________.

40. Ovarele secretă estrogeni și ________________.

41. Glanda endocrină de mici dimensiuni, localizată în mezencefal, care secretă melatonina, se numește _____________.

42. Timusul joacă un rol important în dezvoltarea globulelor albe sanguine numite ________________.

43. Numeroase celule, aflate în diverse organe, secretă hormoni lipidici non-steroizi numiți ________________.

44. Eritropoetina stimulează producerea de ________________.

45. Hormonii ovarieni influențează caracterele sexuale secundare ________________.

46. Hormonul despre care se crede că reglează ciclul zi-noapte se numește ________________.

47. Hormonii sexuali feminini sunt progesteronul și ________________.

48. Epifiza este localizată în ________________.

49. Maturarea și dezvoltarea limfocitelor T este controlată de hormoni numiți ________________.

50. Gastrina și secretina sunt implicate în procesul de ________________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații.*

1. Produșii glandelor endocrine sunt
   A. hormoni
   B. enzime
   C. minerale
   D. ioni

2. Hormonii pot fi alcătuiți din următoarele substanțe, *cu excepția*
   A. steroizilor
   B. proteinelor
   C. glucidelor
   D. aminelor

3. Hipofiza este localizată
   A. în cavitatea abdominală
   B. în partea inferioară a creierului
   C. de-a lungul arterei femurale
   D. în țesuturile moi ale gâtului

4. Următorii hormoni sunt produși de către lobul anterior al hipofizei, *cu excepția*
   A. STH-ului
   B. TSH-ului
   C. prolactinei
   D. insulinei

5. Secreţia excesivă de STH la adulţi poate avea ca rezultat o afecţiune numită
   A. diabet zaharat
   B. acromegalie
   C. boala Addison
   D. boala Cushing

6. Neurohipofiza este un alt nume al
   A. lobului posterior al hipofizei
   B. medularei rinichiului
   C. foliculilor ce secretă estrogeni
   D. placentei

7. În organismul femeilor, hormonul luteinizant
   A. stimulează producerea de TSH
   B. reglează metabolismul mineral
   C. stimulează contracţiile uterine
   D. stimulează secreţia de progesteron

8. Organul ţintă pentru ACTH este
   A. timusul
   B. medulara suprarenalei
   C. corticala suprarenalei
   D. celula beta din pancreas

9. Hormonul care stimulează contracţiile uterine este
   A. insulina
   B. ADH
   C. glucagonul
   D. oxitocina

10. Glanda tiroidă este localizată în
   A. interiorul creierului
   B. cavitatea abdominală inferioară
   C. apropierea laringelui
   D. spatele splinei

11. Pentru ca tiroida să poată produce tiroxină
   A. trebuie să aibă la dispoziţie iod
   B. trebuie să aibă la dispoziţie molecule de glucide
   C. nivelul de calciu trebuie să fie scăzut
   D. nivelul de fier trebuie să fie scăzut

12. Simptomele cretinismului includ
   A. urinare excesivă şi sete
   B. dezechilibru de electroliţi
   C. creştere întârziată şi trăsături faciale îngroşate
   D. scăderea absorbţiei de calciu în tractul digestiv

13. Boala Graves poate apărea ca rezultat al excesului de
    A. calciu în sânge
    B. tiroxină în sânge
    C. catecolamine în căile respiratorii
    D. glucagon în pancreas

14. Atât calcitonina, cât şi glucagonul, controlează nivelul de
    A. hormoni hipofizari în sânge
    B. glucoză în sânge
    C. timozine în sânge
    D. calciu în sânge

15. Simptomele diabetului zaharat pot include următoarele, *cu excepţia*
    A. urinări frecvente
    B. sete excesivă
    C. conţinut ridicat de glucoză al urinei
    D. absorbţie anormală de minerale

16. Hormonul antagonist al insulinei este
    A. FSH-ul
    B. glucagonul
    C. vasopresina
    D. estrogenul

17. Glandele paratiroide sunt localizate în apropierea
    A. pancreasului
    B. cavităţii abdominale inferioare
    C. creierului
    D. laringelui

18. La pacienţii cu diabet zaharat
    A. nu pătrunde suficientă glucoză în celule
    B. medulara suprarenalei este lezată
    C. placenta nu produce progesteron
    D. hipotalamusul este nefuncţional

19. Glanda cu funcţie exocrină şi endocrină aflată în cavitatea abdominală este
    A. epifiza
    B. timusul
    C. pancreasul
    D. tiroida

20. Cele două părţi ale suprarenalei sunt
    A. medulară şi corticală
    B. exocrină şi endocrină
    C. renală şi subrenală
    D. anterioară şi posterioară

21. Hormonii medularei suprarenaliene acționează complementar cu
    A. sistemul nervos senzorial
    B. sistemul nervos central
    C. sistemul nervos simpatic
    D. sistemul nervos extern

22. Concentrația ionilor de sodiu și potasiu din sânge și din fluidele corpului este reglată de hormoni numiți
    A. glucocorticoizi
    B. androgeni
    C. hormoni adrenergici
    D. mineralocorticoizi

23. Hormonii care influențează caracterele sexuale secundare pot fi produși de
    A. pancreas și epifiză
    B. tiroidă și paratiroidă
    C. timus și hipofiză
    D. corticala suprarenalei și organele reproducătoare

24. Melatonina este secretată de
    A. pancreas
    B. timus
    C. epifiză
    D. hipofiză

25. Funcționarea corectă a sistemului imunitar depinde parțial de activitatea
    A. tiroidei
    B. timusului
    C. paratiroidei
    D. suprarenalei

***SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals**: La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Gastrina și secretina sunt secretate în epiteliul ce căptușește stomacul și rinichiul.
2. Glanda endocrină de mici dimensiuni localizată în centrul creierului se numește epifiză.
3. Dezvoltarea limfocitelor T este reglată de hormoni denumiți mineralocorticoizi.
4. Caracterele sexuale secundare masculine sunt influențate de hormonii androgeni.
5. Celulele beta ale pancreasului secretă glucagon.
6. Parathormonul are o activitate antagonistă cu a calcitoninei.
7. Suprarenala este localizată într-un pliu al mezenterului.

8. Tiroxina şi triiodotironina cresc rata metabolismului organismului.

9. Contracţiile uterine pot fi stimulate de hormonul numit vasopresină.

10. ACTH-ul este produs de glanda suprarenală şi reglează activitatea corticalei suprarenalei.

11. Hormonii ce reglează activitatea altor glande endocrine se numesc hormoni steroizi.

12. Hipofiza anterioară primeşte şi stochează hormoni proveniţi din hipotalamus.

13. Mărirea tiroidei ca urmare a lipsei de iod este denumită guşă.

14. Secreţia insuficientă de tiroxină la adulţi are ca rezultat o afecţiune numită mixedem.

15. Insulina este un hormon cu structură glucidică.

16. Aldosteronul este un exemplu de glucocorticoid.

17. Adrenalina şi insulina sunt două catecolamine importante.

18. O secreţie insuficientă de hormoni în corticala suprarenalei poate avea ca rezultat boala Cushing.

19. Multe celule din organism produc hormoni lipidici non-steroizi numiţi prostaglandine.

20. Maturarea hematiilor este controlată de melatonină.

21. Hipofiza este situată într-o depresiune a osului etmoid.

22. Un alt nume al hormonului de creştere este hormonul somatotrop.

23. Prolactina stimulează secreţia de urină.

24. Timusul este situat în ţesuturile piciorului.

25. Glucagonul şi insulina sunt hormoni produşi de către pancreas.

SECŢIUNEA E - Studiu de caz

Henry are 8 ani şi înălţimea de peste 1,80 m. De câtva timp, el se plânge şi de tulburări de vedere şi de dureri de cap. Radiografiile efectuate demonstrează prezenţa unei tumori hipofizare de mari dimensiuni. Care dintre celulele hipofizare este cel mai probabil să se afle la originea tumorii? Cum se numeşte această boală? Cum se explică tulburările de vedere şi durerile de cap?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 13.10

1. b
2. a
3. c
4. j
5. d
6. l
7. f
8. g
9. k
10. e
11. i
12. h

SECȚIUNEA B – Completare

1. hormoni
2. colesterol
3. sânge
4. hormoni steroizi
5. adenilat ciclază
6. sella turcica
7. hipotalamus
8. adenohipofiza
9. gigantism
10. gâtului
11. iod
12. cretinism
13. boala Graves
14. tiroidei
15. prolactină
16. hormonul antidiuretic
17. oxitocină
18. gușă
19. tiroidei
20. calciu
21. calcitonină
22. pancreas
23. insulină
24. glucozei
25. glucagon
26. celule beta
27. rinichiului
28. corticală
29. mineralocorticoizi
30. glucocorticoizi
31. ACTH
32. boala Addison
33. parathormonul
34. proteine (aminoacizi)
35. glicogen
36. medulară
37. mineralocorticoizi
38. adrenalina
39. sindromul Cushing
40. progesteron
41. epifiză
42. limfocite T
43. prostaglandine
44. hematii
45. feminine
46. melatonină
47. estrogenul
48. mezencefal
49. timozine
50. digestie

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

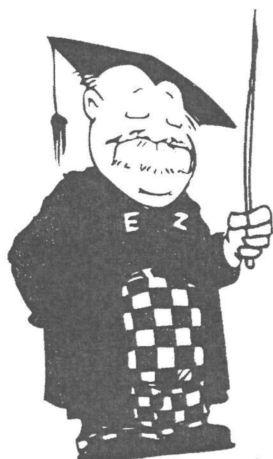
1. A	6. A	11. A	16. B	21. C
2. C	7. D	12. C	17. D	22. D
3. B	8. C	13. B	18. A	23. D
4. D	9. D	14. D	19. C	24. C
5. B	10. C	15. D	20. A	25. B

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. intestinul subțire
2. A
3. timozine
4. A
5. alfa
6. A
7. pancreasul
8. A
9. oxitocină
10. adenohipofiză
11. tropi
12. posterioară
13. A
14. A
15. proteică (aminoacizi)
16. mineralocorticoid
17. noradrenalina
18. Addison
19. A
20. eritropoetină
21. sfenoid
22. A
23. lapte
24. toracelui
25. A

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Henry suferă de gigantism, celulele sale somatotrope producând prea mult hormon de creștere. Tumora comprimă nervul optic la nivelul chiasmei optice, provocând astfel tulburări de vedere și dureri de cap.



14

Sângele

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie sângele şi funcţiile sale. Parcurgând acest capitol, veţi învăța să:

- identificaţi funcţiile sângelui;
- prezentaţi succint compoziţia sângelui;
- deosebiți sângele, plasma şi serul;
- asociaţi proteinele plasmatice cu funcţiile lor;
- caracterizaţi globulele roşii şi componentele lor;
- detaliaţi eritropoieza şi controlul acesteia;
- detaliaţi timpul de viaţă al globulelor roşii, degradarea/reciclarea hemoglobinei şi eliminarea produşilor săi de metabolism;
- deosebiţi diferitele tulburări ale globulelor roşii;
- identificaţi caracteristicile grupelor de sânge, în relație cu posibilităţile de transfuzie şi cu problemele legate de sarcină;
- deosebiți globulele albe şi funcţiile lor;
- identificaţi circumstanţele asociate cu un număr anormal de leucocite;
- caracterizaţi plachetele sanguine şi funcţiile lor;
- rezumaţi procesul de coagulare, asociind factorii implicaţi cu funcţiile lor;
- distingeți diferitele tulburări ale hemostazei;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sângele este unul dintre țesuturile conjunctive ale organismului. Sângele transportă oxigenul de la plămâni la celule şi dioxidul de carbon rezultat din metabolismul celular la plămâni. Celulele sanguine protejează organismul de boli, prin recunoaşterea şi distrugerea microorganismelor şi a moleculelor străine din fluxul sanguin. Unele componente ale sângelui transportă produşii de metabolism de la celule la rinichi; altele transportă nutrienţi de la nivelul tractului digestiv la celule, sau hormoni în întreg organismul.

Sângele conţine **elemente figurate** precum globule roşii, globule albe şi fragmente celulare (plachete), suspendate într-un fluid apos, de culoare gălbuie, numit **plasmă** (Figura 14.1). La o persoană de greutate medie, sângele reprezintă aproximativ 8% din greutatea corporală. Sângele este mai vâscos decât apa şi în mod normal are un pH cuprins între 7,35 şi 7,45.

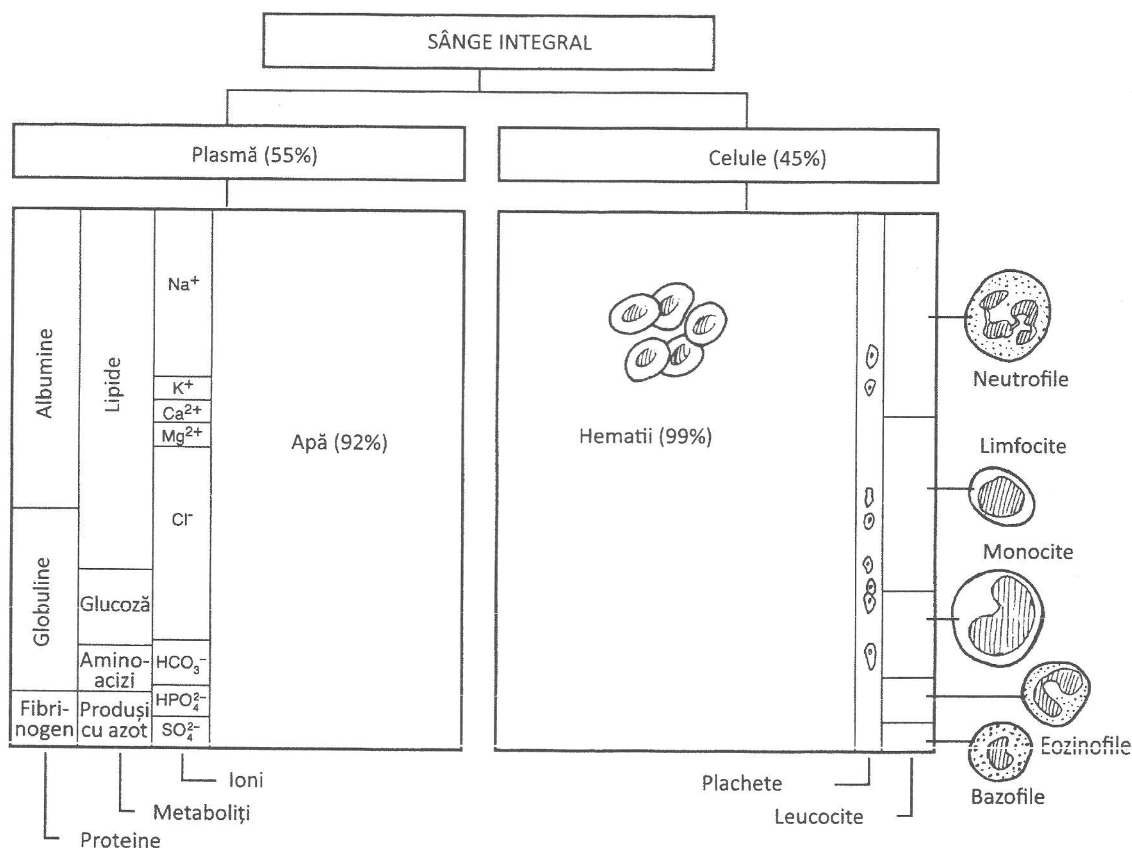


FIGURA 14.1 Compoziţia sângelui uman. Cele două componente majore ale sângelui integral sunt plasma şi elementele figurate. Plasma conţine apă şi numeroase substanţe dizolvate, inclusiv proteine, metaboliţi (nutrienţi şi produşi de metabolism) şi ioni. Cea mai mare parte a elementelor figurate este constituită din globule roşii.

PLASMA

Plasma reprezintă partea fluidă a sângelui. Ea conţine aproximativ 92% apă, 7% proteine şi 1% ioni ca sodiu, calciu, bicarbonat, clor şi potasiu. Plasma conţine, de asemenea, produşi de degradare rezultaţi din metabolismul celular, precum şi hormoni, nutrienţi, gaze dizolvate şi proteine cu rol în coagulare. După coagularea sângelui şi îndepărtarea proteinelor de coagulare din plasmă, rămâne un fluid care se numeşte **ser**. Serul este de obicei folosit pentru studii imunologice şi ca sursă de anticorpi pentru terapia imună.

PROTEINELE PLASMATICE

Proteinele plasmatice sunt de trei tipuri: albumine, globuline şi fibrinogen (Tabelul 14.1 prezintă, pe scurt, aceste proteine şi alte componente ale sângelui). **Albuminele** menţin presiunea osmotică a sângelui şi contribuie la vâscozitatea acestuia. Ele sunt parţial responsabile pentru menţinerea unui anumit pH sanguin. Albuminele transportă, de asemenea, acizi graşi şi hormoni.

DE REȚINUT
Plasma se deosebește de ser prin faptul că ea conține proteine plasmatice.

Globulinele reprezintă aproximativ 40% din totalul proteinelor plasmatice. Un grup de globuline numit **gama globuline** sunt molecule de anticorpi produse de către sistemul imun ca parte a răspunsului imun. Aceste molecule se combină în mod specific cu substanţele care au stimulat formarea lor (antigene); ele reprezintă un mecanism primar al apărării organismului. Alte globuline, cunoscute ca alfa şi beta globuline, leagă hormoni, vitamine şi alte substanţe din fluxul sanguin pentru a le transporta.

Aproximativ 7% din proteinele plasmatice sunt reprezentate de un produs al ficatului numit **fibrinogen**. Împreună cu alte proteine, fibrinogenul este implicat în procesul de coagulare, proces ce va fi discutat ulterior în acest capitol.

Proteinele plasmatice rămân în general în fluxul sanguin, deoarece ele nu pot traversa cu uşurinţă pereţii capilarelor sanguine. În circulaţie, ele favorizează osmoza moleculelor de apă din fluidele tisulare în fluxul sanguin (Capitolul 21).

TABELUL 14.1 COMPONENTELE MAJORE ALE SÂNGELUI

Componente	Exemple
Apă	
Ioni	Sodiu, potasiu, calciu, magneziu, clor, bicarbonat
Proteine plasmatice	Albumine, globuline, fibrinogen
Celule sanguine (Elemente figurate)	Globule albe, globule roșii, plachete
Substanțe transportate în sânge	Zaharuri, aminoacizi, acizi grași, glicerol, hormoni, compuși azotați de degradare, dioxid de carbon, oxigen

GLOBULELE ROȘII

Globulele roşii mai sunt cunoscute şi sub numele de hematii sau **eritrocite**. Rolul lor principal în organism este să transporte oxigenul, funcţie realizată de un pigment, numit **hemoglobină**, conţinut în citoplasma lor. Globulele roşii nu sunt celule adevărate, deoarece au o organizare internă redusă, nu au nucleu sau organite. Ele sunt pur şi simplu nişte saci plini cu hemoglobină, şi din acest motiv sunt uneori numite **corpusculi roşii**. Totuşi, ne vom referi la ele ca fiind celule, deoarece în mod tradiţional au fost denumite astfel.

MORFOLOGIE, NUMĂR ȘI PRODUCERE

Un bărbat adult are aproximativ 5,4 milioane de globule roşii pe microlitru (milimetru cub) de sânge. O femeie are aproximativ 4,8 milioane pe milimetru cub de sânge. Fiecare hematie este un disc biconcav (mai subţire în centru decât la margini), flexibil, ale cărui dimensiuni sunt prezentate în Figura 14.2.

O modalitate simplă de a determina proporţia lor în sângele integral este centrifugarea într-un tub îngust. Globulele roşii, fiind mai grele datorită conţinutului în fier, se sedimentează în partea de jos a tubului. Procentul de hematii din volumul tubului este hematocritul. Bărbaţii au de obicei un hematocrit mai mare, de aproximativ 47%. Femeile au de obicei un hematocrit mai mic, de aproximativ 42%.

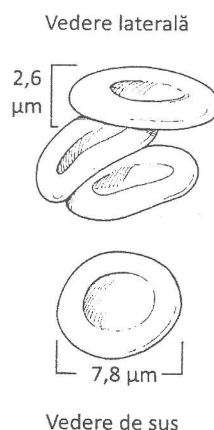


FIGURA 14.2 Globulele roşii (eritrocitele) şi structura lor.

În soluţii mai concentrate, globulele roşii scad în dimensiuni. Acest lucru se întâmplă deoarece, prin osmoză, apa iese din celule în direcţia concentraţiei mai mari de substanţe dizolvate. Acest fapt va duce la micşorarea sau **zbârcirea** globulelor roşii. Când sunt plasate într-o soluţie cu concentraţie mai mică decât cea normală, celulele se vor umfla. Creşterea în volum apare deoarece prin osmoză apa trece rapid în celule, în direcţia concentraţiei mai mare de solvit. Globulele roşii se sparg şi eliberează hemoglobina printr-un proces numit **hemoliză**.

Globulele roşii sunt produse în măduva roşie osoasă. Procesul de formare a globulelor roşii se numeşte **eritropoieză**. Acest proces începe de la nişte celule numite **hemocitoblaşti (celule stem)**. Procesul de formare a globulelor roşii este complex, iar celulele trec prin stadii multiple, înainte să devină globule roșii mature. În acest proces, hemoglobina se acumulează în citoplasmă, iar nucleul, organitele şi alte componente celulare dispar. Globulele roşii mature intră în capilarele măduvei osoase, strecurându-se prin peretele acestora.

Producţia de globule roşii este reglată în parte de hormonul numit **eritropoetină**. Eritropoetina este secretată de celule renale, atunci când acestea nu primesc destul oxigen. Aceasta reprezintă o parte importantă a adaptării organismului la altitudini mari, unde conţinutul de oxigen al aerului este mai mic.

HEMOGLOBINA

Hemoglobina este un pigment de culoare roşie, alcătuit din patru lanţuri polipeptidice, care leagă oxigenul. Două din lanţurile polipeptidice se numesc **lanţuri alfa**, iar celelalte două, **lanţuri beta**. Fiecare lanţ este alcătuit din aproximativ 150 de molecule de aminoacizi.

Fiecare lanţ polipeptidic al moleculei de hemoglobină este ataşat unei grupări hem. Această grupare conţine un atom de fier (Figura 14.3). Moleculele de oxigen se leagă slab de ionul de fier din porţiunea hem a moleculei de hemoglobină, pentru a forma **oxihemoglobina**. Deoarece o moleculă de hemoglobină are patru grupări hem, aceasta poate transporta patru molecule de oxigen. Fluxul oxigenului spre globulele roşii la nivel pulmonar se face prin difuziune. Hemoglobina transportă de asemenea o cantitate mică de dioxid de carbon (cea mai mare parte este transportată dizolvată în plasmă sub forma ionilor de bicarbonat, după cum se va vedea în Capitolul 21). Hemoglobina combinată cu dioxid de carbon se numeşte **carbaminohemoglobină**.

DE REȚINUT
Hemul se degradează în biliverdină, apoi în bilirubină și în final în urobilinogen.

Monoxidul de carbon este un gaz toxic. Moleculele gazului se combină rapid cu ionii de fier ai hemoglobinei şi se leagă puternic de moleculă. Prin ocuparea spaţiului rezervat oxigenului, printr-o legătură mai puternică decât cea cu oxigenul, moleculele de monoxid de carbon reduc cantitatea de oxigen transportată de hemoglobină şi pot cauza moarte prin lipsă de oxigen.

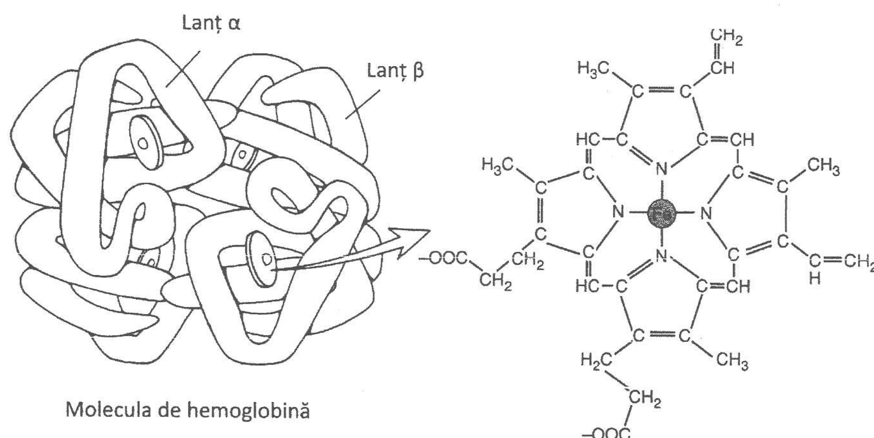


FIGURA 14.3 Molecula de hemoglobină din globulele roşii. Două lanţuri polipeptidice alfa şi două lanţuri polipeptidice beta formează cea mai mare parte a moleculei. O grupare hem este ataşată de fiecare dintre cele patru molecule polipeptidice. Observaţi atomul de fier (Fe) în centrul grupării hem. Molecula de oxigen se leagă la acest nivel.

DISTRUGEREA GLOBULELOR ROȘII

Globulele roşii circulă în sânge aproximativ 120 de zile. Celulele îmbătrânite şi cele deteriorate sunt înghiţite şi distruse de celulele fagocitare (macrofage) în splină, ficat şi măduva osoasă. Lanţurile polipeptidice sunt desfăcute pentru a elibera aminoacizii, care

pot fi refolosiţi pentru noi sinteze proteice; fierul eliberat din hemoglobină este adus în măduva osoasă pentru noi sinteze de hemoglobină; orice exces de fier este stocat în ficat (Capitolul 18).

Restul hemului din hemoglobină este transformat într-un pigment verzui numit **biliverdină**. Mai departe, biliverdina este convertită într-un pigment galben-portocaliu numit **bilirubină**. Bilirubina este transportată de la splină la ficat şi este excretată în bilă. (Capitolul 18). Când bila ajunge în intestin, bacteriile florei intestinale convertesc o parte din bilirubină în **urobilinogen**, care determină culoarea materiilor fecale. O parte din urobilinogen este reabsorbită şi transportată înapoi la ficat şi apoi intră în circulaţia generală. În cele din urmă, acesta ajunge la rinichi, unde determină culoarea urinei. Aceste modificări de culoare pot fi observate la nivelul pielii, urmărind o echimoză care trece prin toate etapele de vindecare.

ANEMIA

Deficitul globulelor roşii din sânge este denumit anemie. Un tip de anemie este **anemia feriprivă**, datorată deficienţei fierului din alimentaţie. Fără fier, organismul nu reuşeşte să sintetizeze hemoglobină, iar capacitatea de transport a oxigenului la celule este redusă. Pacienţii se simt epuizaţi, deoarece producerea de ATP încetineşte în condiţii de lipsă de oxigen.

O altă formă de anemie este **anemia pernicioasă**. Aceasta este datorată lipsei **vitaminei B_{12}** sau deficienţei unei glicoproteine numită **factor intrinsec**, esenţială pentru absorbţia vitaminei B_{12} din alimente. Vitamina B_{12} şi factorul intrinsec sunt ambele necesare pentru maturarea globulelor roşii. Fără aceste substanţe, membranele eritrocitelor imature se rup cu uşurinţă şi nu vor rezista condiţiilor chimice din mediul circulator. Rezultatul este un număr mai mic decât normal de hematii şi, consecutiv, reducerea capacităţii de transport a oxigenului. În anemia pernicioasă globulele roşii sunt mari şi palide.

Două alte forme de anemie sunt anemia aplastică şi siclemia (anemia cu celule în seceră).

Anemia aplastică apare atunci când nu se pot produce globule roşii. Medicamentele, substanţele toxice şi radiaţiile gamma pot cauza astfel de anemii. **Siclemia** apare când hemoglobina conţine un aminoacid nepotrivit în lanţul polipeptidic beta, datorită unui defect al genei care codifică polipeptidul. În condiţii de deficit de oxigen, molecula anormală a hemoglobinei face legături încrucişate cu alte molecule de hemoglobină, dând naştere la cristale lungi. Cristalele deformează celula, determinând-o să ia o formă de seceră (forma literei „C"). Celulele deformate se rup uşor sau sunt blocate la nivelul capilarelor, cauzând obstrucţii.

Un alt tip de anemie este **talasemia**. Aceasta este o afecţiune moştenită, în care organismul nu poate sintetiza corespunzător unul sau mai multe lanţuri polipeptidice din structura hemoglobinei. Aceste globule roşii sunt fragile şi sunt rapid îndepărtate. Fără hemoglobină adecvată, oxigenul nu este transportat corespunzător în organism, iar metabolismul energetic suferă.

GRUPELE SANGUINE

Suprafaţa membranei globulelor roşii conţine una, ambele sau nici una dintre moleculele proteice cunoscute sub numele de **antigene** (Figura 14.4). Cele două antigene sunt denumite A şi B. În funcţie de antigenele prezente pe suprafaţa eritrocitelor, o persoană poate avea grupa de sânge A (este prezent doar antigenul A), grupa de sânge B (este prezent doar antigenul B), grupa de sânge AB (sunt prezente ambele antigene, A şi B) sau grupa de sânge 0 (niciun antigen). Antigenele nu au aparent nicio semnificaţie pentru fiziologia organismului.

În plus faţă de antigenele eritrocitare, o persoană are de asemenea în ser **anticorpi de grup sanguin**. O persoană cu grupa A are în ser anticorpi anti-B; o persoană cu grupa B are anticorpi anti-A; o persoană cu grupa AB nu are anticorpi, nici anti-A, nici anti-B; o persoană cu grupa 0 are atât anticorpi anti-A, cât şi anticorpi anti-B. Ca şi în cazul antigenelor de grup sanguin, aceşti anticorpi nu au aparent nicio semnificaţie fiziologică.

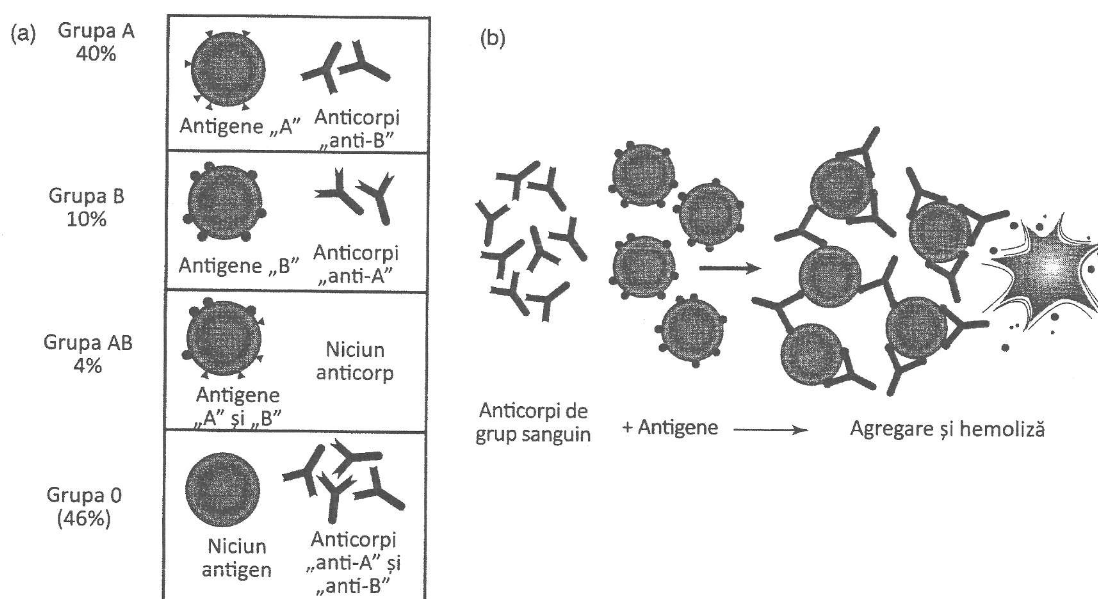


FIGURA 14.4 Grupele de sânge şi testarea sângelui. (a) Cele patru grupe de sânge sunt indicate cu tipurile de antigene şi de anticorpi întâlnite în fiecare grup. Tipul grupei este acelaşi cu cel al antigenelor găsite la suprafaţa eritrocitelor. (b) Când se amestecă sângele în timpul transfuziilor de sânge, este foarte important ca antigenele şi anticorpii de acelaşi tip să nu intre în contact în circulaţia primitorului. Dacă acest lucru se întâmplă, va avea loc o reacţie, aşa cum este prezentat în figură. Agregarea şi distrugerea globulelor roşii (hemoliza) pot fi fatale.

În cazurile de urgenţă, unde este necesară **transfuzia de sânge**, transfuzia se poate realiza atâta timp cât se iau în considerare antigenele prezente în sângele donatorului şi anticorpii prezenţi în serul primitorului. Pentru a evita un incident transfuzional sever, antigenele şi anticorpii de acelaşi tip nu trebuie să se întâlnească. De exemplu, dacă donatorul are grupa A şi primitorul grupa AB, transfuzia poate fi făcută deoarece donatorul prezintă în ser antigene A, iar primitorul nu are anticorpi anti-A în ser. Dacă donatorul

ar avea grupa AB şi primitorul grupa B, transfuzia nu trebuie făcută, deoarece donatorul AB are şi antigene A pe suprafaţa eritrocitelor, iar primitorul are în ser anticorpi anti-A. Dacă cele două tipuri de sânge ajung în contact, globulele roșii se vor agrega şi vor hemoliza, putând cauza o reacţie transfuzională letală. Despre o persoană cu grupa de sânge 0 se spune că este donator universal, deoarece nu are nici antigene A şi nici B pe suprafaţa eritrocitelor, iar donările pot fi făcute la persoane cu alte grupe sanguine. Despre o persoană care are grupa de sânge AB se spune că este primitor universal, deoarece nu are nici anticorpi anti-A, nici anticorpi anti-B în ser, iar această persoană poate primi sânge de la celelalte trei grupe. Din punct de vedere tehnic, ideea de donator universal şi de primitor universal este corectă. Totuşi, pentru a reduce rata incidentelor transfuzionale, medicii vor realiza transfuzii doar cu tipul specific de sânge, singura excepţie fiind totuşi în cazurile de urgenţă.

DE REȚINUT
Persoanele cu grupa de sânge A prezintă anticorpi împotriva celulelor cu antigen de tip B. Persoanele cu grupa de sânge B produc anticorpi împotriva grupei de sânge A. Cei cu grupa de sânge 0 produc ambele tipuri de anticorpi, iar cei cu grupa de sânge AB nu produc niciun tip de anticorpi.

Un alt antigen cu semnificaţie este **antigenul Rh**. Aproximativ 85-90% din populaţia americană, de exemplu, are acest antigen pe suprafaţa eritrocitelor şi se spune că sunt **Rh-pozitivi**. Aproximativ 10-15% dintre americani nu au acest antigen, iar grupa de sânge în acest caz este **Rh-negativă**. Astfel, o persoană poate avea grupa de sânge A+, dacă are antigenul A şi antigenul Rh; o persoană poate fi B-, dacă are antigenul B, dar nu are antigenul Rh. Antigenul Rh, ca şi celelalte, nu pare să aibă semnificaţie pentru fiziologia normală a organismului.

Factorul Rh este important în afecţiunea cunoscută sub numele de **eritroblastoză fetală** sau **boala hemolitică a nou-născutului**. Afecţiunea apare când un bărbat Rh-pozitiv (ex. A+) devine tatăl unui copil cu mama Rh-negativă (ex. AB-). În acest caz, există posibilitatea ca fătul să aibă o grupă de sânge Rh-pozitiv (ex. A+ sau AB+).

În timpul naşterii, unele din celulele sanguine ale copilului pot să intre în circulaţia mamei şi să stimuleze sistemul imun al mamei să producă anticorpi anti-Rh. Aceşti anticorpi nu produc de obicei niciun efect asupra copilului, dar rămân în sângele mamei. Dacă femeia va avea un al doilea copil, iar sângele copilului este Rh-pozitiv (ex. A+), anticorpii Rh vor intra în circulaţia celui de-al doilea copil, traversând placenta. Anticorpii vor reacţiona cu antigenele Rh de pe suprafaţa eritrocitelor, iar reacţia va duce la hemoliză excesivă, putând provoca deces.

Pentru a evita apariţia unei boli hemolitice a nou-născutului, femeia Rh-negativă primeşte o injecţie cu anticorpi anti-Rh (RhoGAM) în timpul sarcinii sau la naşterea primului copil. Anticorpii anti-Rh se combină cu antigenele Rh în circulaţie şi le neutralizează. Acest lucru previne stimularea sistemului imun al mamei de către anticorpii Rh, și, în consecință, el nu va produce anticorpi anti-Rh. Astfel, în timpul sarcinii cu al doilea copil, anticorpii nu vor fi prezenţi, iar hemoliza nu se produce. Femeia trebuie să primească o altă injecţie cu RhoGAM după naşterea celui de al doilea copil, pentru a preveni producerea de anticorpi anti-Rh, care ar putea afecta al treilea copil.

GLOBULELE ALBE

Globulele albe sanguine sunt denumite şi **leucocite** (Tabelul 14.2). Funcţia lor primară este să apere ţesuturile împotriva infecţiilor şi a substanţelor străine organismului. Un adult are aproximativ 7000 de leucocite pe milimetru cub de sânge.

Leucocitele de diferite tipuri se dezvoltă printr-un proces complex în măduva osoasă roşie. Toate leucocitele pătrund în circulaţie prin diapedeză, iar unele îşi termină procesul de maturare în altă parte. Leucocitele trăiesc câteva ore sau câteva luni, în funcţie de tipul lor; multe leucocite părăsesc circulaţia tot prin diapedeză, pentru a se amesteca printre celulele tisulare.

TABELUL 14.2 ASPECTUL MICROSCOPIC AL LEUCOCITELOR DUPĂ COLORAŢIA WRIGHT

Leucocite	Aspect
Granulocite	
Neutrofile	Granulații citoplasmatice fine, albastru-deschis; nucleu cu 3-5 lobi
Eozinofile	Granulații citoplasmatice roșii, luminoase; nucleu cu 2 lobi (bilobat)
Bazofile	Granulații citoplasmatice mari, albastru-purpuriu închis; nucleu neregulat, frecvent în formă de S
Agranulocite	
Limfocite	Un strat subțire de citoplasmă albastră, fără granulații; nucleu mare, violet strălucitor
Monocite	Un strat gros de citoplasmă fără granulații; nuclei violet, în formă de rinichi (reniformi) sau potcoavă

TIPURILE DE GLOBULE ALBE

Există două tipuri de globule albe: granulocitele şi agranulocitele. **Granulocitele** au granulaţii în citoplasmă şi includ neutrofilele, eozinofilele şi bazofilele. **Agranulocitele** nu au granulaţii în citoplasmă şi includ monocitele şi limfocitele.

Neutrofilele reprezintă aproximativ 60% din totalul numărului de leucocite. Granulele lor se colorează cu coloranţi neutri şi au o culoare purpurie. Nucleul neutrofilului are de obicei între doi şi cinci lobi, iar celula adesea este numită **leucocit polimorfonuclear**. Funcţia principală a neutrofilului este fagocitoza; neutrofilele se adună rapid la locul unei infecţii.

Atât **bazofilele** cât şi **eozinofilele** au granulaţii în citoplasmă: granulaţiile bazofilelor se colorează cu coloranţi bazici şi apar albastre, în timp ce, granulaţiile eozinofilelor se colorează cu coloranţi acidofili şi apar roşii (Figura 14.5). Fiecare tip de celulă reprezintă aproximativ 1% din totalul numărului de leucocite. Se consideră că ambele celule îşi îndeplinesc funcţiile în reacţii alergice şi în cursul inflamaţiei.

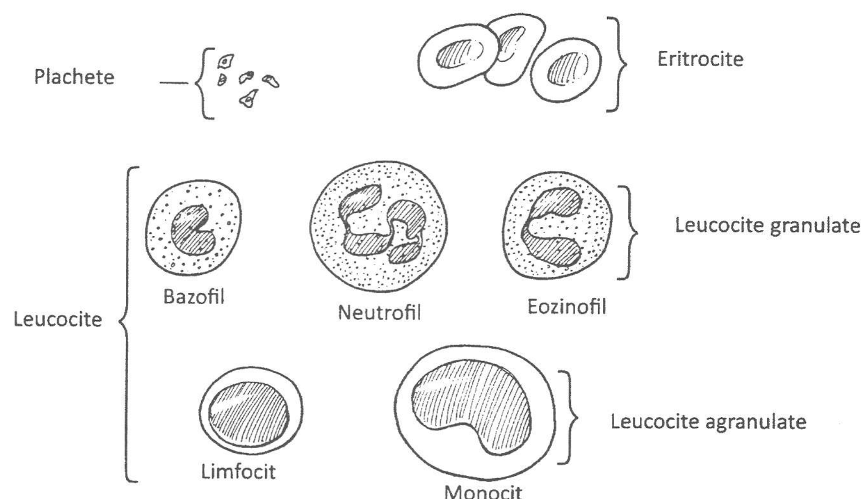


FIGURA 14.5 Comparație între globulele albe, globulele roșii și plachetele sanguine. Observați granulațiile distincte și nucleii prezenți în diferite tipuri de leucocite.

Limfocitele nu au granulații în citoplasmă. Ele reprezintă aproximativ 30% din totalul leucocitelor și sunt de două tipuri: limfocite B și limfocite T. **Limfocitele B** sunt stimulate de antigenele microorganismelor în timpul răspunsului imun. Ele proliferează și devin plasmocite. Plasmocitele produc anticorpi, care intră în circulație și interacționează cu microorganismele care au stimulat producerea lor. Interacțiunea duce în general la distrugerea microorganismului. Limfocitele B se află în sânge și în nodulii limfatici.

Limfocitele T se găsesc și ele în nodulii limfatici și în sânge. Înainte să ajungă în nodulii limfatici, celulele tinere se maturează în timus. Când sunt stimulate de antigene, limfocitele T pleacă din nodulii limfatici spre locul infecției, unde interacționează cu microorganismele și le distrug. Limfocitele B și T sunt celulele cheie ale sistemului imun (Capitolul 16) și, prin acest sistem, asigură apărarea organismului.

DE REȚINUT
Limfocitele sunt celule cheie în reacțiile complexe ale sistemului imun.

Monocitele reprezintă între 6 și 8% din totalul leucocitelor (Tabelul 14.3). Ele au un nucleu foarte mare, ce prezintă o depresiune pe una din margini. Monocitele se strecoară prin pereții capilarelor prin diapedeză și intră în mediul tisular, unde realizează fagocitoza microorganismelor. În țesuturi, monocitele se transformă în celule fagocitare mari, numite **macrofage**. Macrofagele inițiază răspunsul imun prin fagocitarea microorganismelor și prin prezentarea antigenelor conținute în aceste microorganisme, limfocitelor, în nodulii limfatici.

Examinarea populației leucocitare poate oferi o bună înțelegere a bolilor. De exemplu, un număr ridicat de globule albe poate indica o infecție bacteriană. În plus, poate fi importantă creșterea unei anumite categorii de leucocite. Aceste date sunt obținute prin **numărarea diferențiată a leucocitelor**. O reducere generală a numărului de leucocite se numește **leucopenie**, iar o valoare a leucocitelor deasupra mediei generale din populație se numește leucocitoză. Cancerul leucocitelor se numește **leucemie**. În leucemie

întâlnim un număr foarte mare de leucocite, dar ele de obicei nu sunt funcţionale şi nu-şi pot îndeplini funcţia de apărare.

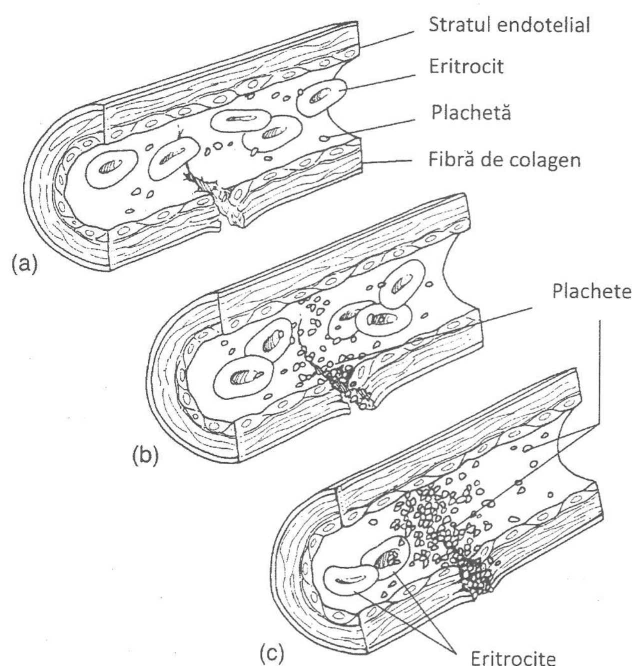
TABELUL 14.3 CARACTERISTICILE ELEMENTELOR FIGURATE ALE SÂNGELUI

Celule	Număr	Funcție	Rol în patologie
Globule roșii (Eritrocite)	Bărbați: 5,4 milioane/mm³ Femei: 4,8 milioane/mm³	Transportul oxigenului; transportul dioxidului de carbon	Prea puține: anemie Prea multe: policitemie
Plachete (Trombocite)	Aproximativ 300.000/mm³	Esențiale pentru coagulare	Prea puține: tulburări de coagulare, sângerări, hematoame care se produc ușor
Globule albe (Leucocite)	Aproximativ 7000/mm³		
Neutrofile	Aproximativ 60% din totalul leucocitelor	Fagocitoză	Prea multe: infecții bacteriene, inflamații sau leucemie
Eozinofile	Aproximativ 1% din totalul leucocitelor	Posibil rol în răspunsul alergic	Prea multe pot să apară în reacții alergice, infestații parazitare
Bazofile	Aproximativ 1% din totalul leucocitelor	Posibil rol în răspunsul alergic	
Limfocite	Aproximativ 30% din totalul leucocitelor	Produc anticorpi; distrug celulele străine	Limfocite atipice apar în mononucleoza infecțioasă; prea multe pot să apară în leucemii
Monocite	6-8% din totalul leucocitelor	Fagocitoză; se diferențiază în țesuturi pentru a forma macrofage	Pot crește în leucemia cu monocite, tuberculoză, infecții fungice

PLACHETELE SANGUINE

Plachetele sanguine (numite şi trombocite) sunt elemente ale sângelui produse în măduva osoasă. Practic, **plachetele** nu sunt celule, deoarece sunt alcătuite din fragmente de citoplasmă înconjurate de membrană. Ele se formează în măduva roşie osoasă din celule mari, numite **megacariocite**, derivate din hemocitoblaşti. Din citoplasma megacariocitelor se desprind mici fragmente, care sunt delimitate de membrană şi sunt apoi eliberate în circulaţie. Numărul lor este de aproximativ 300.000 pe milimetru cub de sânge.

Plachetele funcţionează în două procese importante: formează agregate plachetare (hemostază) şi sunt implicate în mecanismul de coagulare a sângelui. **Agregatele plachetare** se formează la nivelul zonei lezate a vaselor de sânge, unde reacţionează cu fibrele de colagen din peretele vascular (Figura 14.6). Plachetele aderă de fibre şi formează o masă care umple leziunea din peretele vascular. Această reacţie apare în câteva secunde de la leziunea vasculară şi stimulează coagularea.



DE REȚINUT Plachetele reprezintă componenta celulară a hemostazei. Proteinele de coagulare din plasmă produc un cheag de sânge.

FIGURA 14.6 Formarea trombului plachetar. (a) O soluție de continuitate apare în peretele unui vas de sânge. (b) Plachetele aderă între ele și la fibrele de colagen din peretele vascular. (c) Agregatul plachetar controlează pierderea de sânge la locul leziunii.

COAGULAREA SÂNGELUI

Formarea cheagului de sânge apare în cazul leziunilor mai mari suferite de vasele de sânge. Acest proces determină formarea unei mase de fibre proteice, celule sanguine și plachete, care repară leziunea suferită. Elementele implicate în coagulare se numesc **factori de coagulare**.

Când țesutul sau vasul de sânge este lezat, mecanismul de coagulare a sângelui este activat, fie pe calea intrinsecă, fie pe cea extrinsecă. Calea intrinsecă implică factori care se găsesc numai în sânge, pe când calea extrinsecă este inițiată de factori din afara fluxului sanguin.

În **calea intrinsecă**, un factor de coagulare denumit **factor plachetar** este eliberat de plachetele sanguine și de către celulele endoteliale care căptușesc vasele de sânge. Factorul interacționează cu ionii de calciu și cu mulți alți factori de coagulare, pentru a se obține **tromboplastina derivată din plachete**. Tromboplastina este un activator al protrombinei, o lipoproteină care activează o proteină globulară numită **protrombină**. În cursul reacției, protrombina este convertită la forma activă numită **trombină**. Ionii de calciu sunt esențiali pentru această conversie.

Protrombina poate fi activată și pe **calea extrinsecă**. În acest proces, factorii tisulari de la nivelul vaselor lezate sau de pe suprafața celulelor din tot organismul, reacționează cu factorul de coagulare VII și cu ionii de calciu și determină activarea acestuia (facto-

rul VII). Factorul VII activează apoi alţi factori de coagulare, pentru a forma **tromboplastina tisulară**. Împreună cu ionii de calciu şi alţi factori, tromboplastina formează activatorul protrombinei. Activatorul protrombinei converteşte protrombina în trombină.

Odată ce trombina a fost produsă, ea va funcţiona ca o enzimă. În prezenţa calciului, trombina activează proteina produsă de ficat numită **fibrinogen**, care se găseşte dizolvat în plasmă. Activarea converteşte fibrinogenul în **fibrină**, o proteină fibrilară, insolubilă (Figura 14.7). Filamente de fibrină se acumulează şi, împreună cu plachetele şi eritrocitele, formează cheagul de sânge. Plasma se gelifică la locul leziunii, apoi cheagul pierde lichidul conţinut şi se contractă. În timpul contracţiei, cheagul sudează capetele deteriorate ale vasului de sânge sau ţesutului, iar cheagul se întăreşte. Filamente dense de fibrină se formează imediat, iar cheagul este complet.

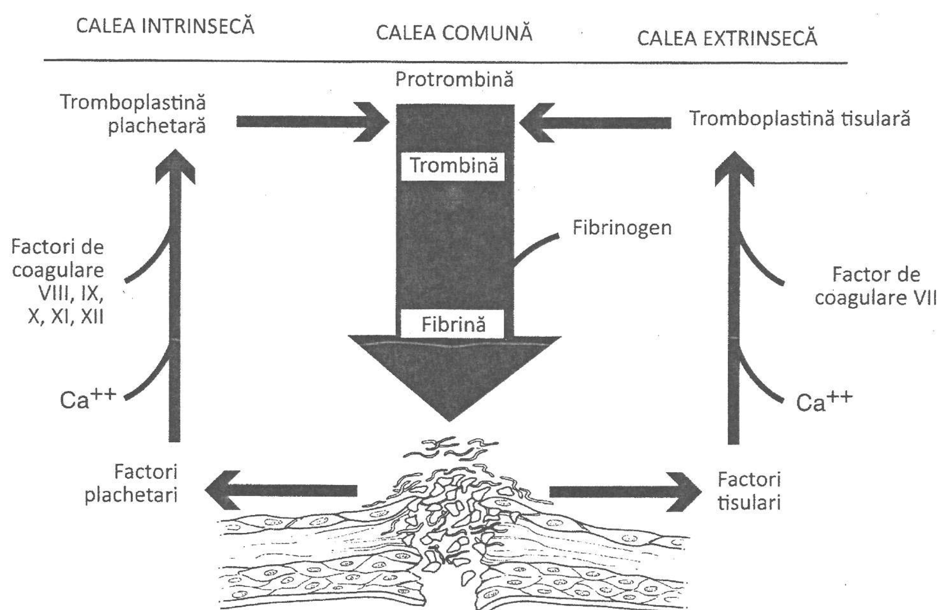


FIGURA 14.7 Prezentare generală a mecanismului de coagulare a sângelui, arătând interrelaţia dintre calea intrinsecă şi extrinsecă. Ambele căi implică tromboplastina, şi ambele duc la formarea unei substanţe care activează protrombina şi o converteşte în trombină. Trombina apoi converteşte fibrinogenul în fibrină, componenta principală a cheagului de sânge.

Deşi coagularea sângelui este esenţială pentru o bună stare de sănătate, există situaţii în care cheagurile de sânge pot afecta organismul. De exemplu, se poate forma un cheag de sânge într-un vas rigidizat, prin depunerea unei plăci alcătuite din colesterol. Colesterolul, împreună cu alte lipide, se depune pe peretele interior al vaselor şi cauzează o afecţiune numită **ateroscleroză**.

Plăcile de colesterol stimulează, de asemenea, formarea de cheaguri într-o afecţiune numită **tromboză**. Un cheag format astfel se numeşte **tromb**. Acesta poate împiedica fluxul sanguin în arterele coronare (Capitolul 15) şi poate cauza afecţiunea numită tromboză coronariană. Când cheagul migrează în altă parte a organismului, el se numeşte embol, iar afecţiunea cauzată, **embolie**.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Completare: *Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Globulele roşii, globulele albe şi plachetele sunt componente ale sângelui denumite ________________.
2. pH-ul sângelui este de obicei aproximativ ________________.
3. Albuminele din sânge sunt produse de către ________________.
4. Partea fluidă a sângelui este ________________.
5. După îndepărtarea proteinelor de coagulare din plasmă, fluidul care rămâne se numeşte ________________.
6. Ionii cei mai importanţi transportaţi de sânge sunt calciul, potasiul, clorul, bicarbonatul şi ________________.
7. Acele proteine plasmatice care contribuie la vâscozitatea sângelui şi sunt parţial responsabile pentru menţinerea constantă a pH-ului sanguin sunt denumite ________________.
8. Anticorpii aparţin unui grup major de proteine plasmatice numite ________________.
9. Aproximativ 7% din proteinele plasmatice sunt proteine de coagulare, care sunt un produs de sinteză al ficatului, numite ________________.
10. Proteinele plasmatice favorizează mişcarea apei din fluidele tisulare în circulaţie; acest proces este denumit ________________.
11. Pigmentul care transportă oxigenul în eritrocite se numeşte ________________.
12. Globulele roşii sunt cunoscute şi ca ________________.
13. Numărul globulelor roşii pe microlitru, la un bărbat adult, este aproximativ ________________.
14. Numărul globulelor roşii pe microlitru, la o femeie adultă, este ________________.
15. Forma unui eritrocit este aceea a unui/unei ________________.
16. Când un eritrocit se micşorează în soluţie ce conţine exces de solvit, procesul se numeşte ________________.
17. Când globulele roşii se umflă şi se sparg într-o soluţie care conţine o concentraţie

scăzută de solvit, procesul se numeşte ________________.

18. Globulele roşii se formează în măduva osoasă printr-un proces numit ________________.

19. Procentul globulelor roşii din sângele centrifugat se numeşte ________________.

20. Cele două lanţuri polipeptidice ale moleculei de hemoglobină sunt cunoscute ca ________________.

21. Gruparea din molecula de hemoglobină care conţine fier şi leagă molecula de oxigen este denumită ________________.

22. Când oxigenul se leagă de molecula hemoglobinei, molecula de hemoglobină este denumită ________________.

23. Când dioxidul de carbon se leagă de molecula hemoglobinei, molecula de hemoglobină este denumită ________________.

24. Cea mai mare parte a dioxidului de carbon este transportat în plasmă dizolvat sub formă de ________________.

25. Globulele roşii circulă în fluxul sanguin aproximativ ________________.

26. După distrugere, pigmentul hemoglobină din globulele roşii este convertit într-un pigment biliar denumit ________________.

27. Producţia de globule roşii este reglată de un hormon numit ________________.

28. Lipsa vitaminei B_{12} poate produce o afecţiune numită ________________.

29. Anumiţi factori, precum radiaţiile gamma şi medicamentele, pot împiedica producerea de globule roşii, condiţie numită ________________.

30. Un defect al genelor care codifică hemoglobina poate duce la cristalizarea hemoglobinei şi la deformarea eritrocitelor în forma literei „C". Această afecţiune este denumită ________________.

31. Când organismul nu reuşeşte să sintetizeze unul sau mai multe lanţuri polipeptidice, rezultând globule roşii fragile, afecţiunea este numită ________________.

32. Un nume alternativ pentru globulele albe sanguine este ________________.

33. Numărul aproximativ de globule albe pe milimetru cub, la adult, este de ________________.

34. Globulele albe se formează în ________________.

35. Neutrofilele şi bazofilele sunt tipuri de globule albe cunoscute ca ________________.

36. Limfocitele şi monocitele nu au granule în citoplasmă şi prin urmare sunt cunoscute ca _______________.

37. Principala funcţie a neutrofilului este _______________.

38. Granulaţiile eozinofilului se colorează cu coloranţi acidofili şi apar _______________.

39. Procentajul de bazofile din totalul globulelor albe este de aproximativ _______________.

40. În organism, limfocitele sunt celulele cheie ale sistemului denumit _______________.

41. Când monocitele pătrund în țesuturi, se transformă în celule mari, fagocitare, numite _______________.

42. Anticorpii sunt produşi de globulele albe, cunoscute sub numele de _______________.

43. O scădere generală a globulelor albe în organism se numeşte _______________.

44. Plachetele sanguine sunt produse în măduva roşie osoasă din nişte celule mari numite _______________.

45. O masă de plachete și de fibre de colagen care apare la locul unei leziuni din peretele vascular este cunoscută ca un/o _______________.

46. În calea intrinsecă, un factor important care iniţiază calea chimică este numit factor _______________.

47. În calea extrinsecă, factori tisulari din vasele afectate reacționează cu factorii de coagulare și determină eliberarea _______________.

48. Trombina este responsabilă de conversia fibrinogenului în _______________.

49. Depozitarea colesterolului pe peretele intern al vaselor de sânge cauzează o afecţiune numită _______________.

50. Afecţiunea în care un cheag de sânge migrează dintr-o anumită parte a corpului în alta este cunoscută ca _______________.

SECŢIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii:*

1. Următoarele sunt funcţii ale sângelui, *cu excepţia*
   A. transportă oxigen de la plămâni la celule
   B. protejează organismul de boli
   C. transportă nutrienţi de la sistemul digestiv la celulele organismului
   D. coordonează toate activităţile celulelor din organism

2. Următoarele sunt caracteristici ale sângelui, *cu excepţia*
   A. conţine aproximativ 92% apă
   B. pH-ul său variază între 6,2 şi 6,7
   C. este mai vâscos decât apa
   D. conţine aproximativ 7% proteine

3. Albuminele, globulinele şi fibrinogenul sunt trei dintre
   A. hormonii găsiţi în sânge
   B. sărurile găsite în sânge
   C. gazele transportate de sânge
   D. proteinele prezente în sânge

4. Moleculele de anticorpi produse de sistemul imun aparţin unui grup de proteine numite
   A. gama globuline
   B. albumine
   C. proteine de coagulare
   D. alfa şi beta proteine

5. Care din următoarele caracteristici se aplică eritrocitului?
   A. se mai numeşte leucocit
   B. are formă de disc biconcav
   C. are nucleu distinct şi organite
   D. este incapabil să transporte oxigen la celule

6. Când globulele roşii sunt puse în soluţie care nu conţine solvit, acestea
   A. au tendinţa de a se micşora
   B. au tendinţa de a se umfla
   C. devin zbârcite
   D. îşi pierd nucleul şi citoplasma

7. Trecerea leucocitelor din măduva osoasă în circulaţie este un proces cunoscut ca
   A. hemoliză
   B. fagocitoză
   C. diapedeză
   D. tromboză

8. Următoarele se găsesc în moleculele de hemoglobină, *cu excepția*
   A. patru lanţuri polipeptidice
   B. atomi de fier
   C. molecule de glucide
   D. grupări hem

9. Cea mai mare parte a moleculelor de dioxid de carbon sunt transportate în sânge
   A. ataşate de globulele roşii
   B. ataşate de globulele albe
   C. dizolvate în plasmă ca ioni de bicarbonat
   D. ataşate la suprafaţa plachetelor

10. Globulele roşii îmbătrânite sau deteriorate sunt distruse de celulele fagocitare în
   A. pancreas, rinichi şi intestin subţire
   B. ficat, splină şi măduva osoasă
   C. tiroidă, timus şi glanda pituitară
   D. intestin subţire, creier şi vena cavă

11. Bilirubina este un pigment biliar format prin degradarea
   A. hemoglobinei
   B. globulelor albe
   C. plachetelor
   D. fibrinogenului

12. Anemia pernicioasă se asociază cu un/o
   A. deficit de fier în organism
   B. defect moştenit genetic
   C. deficit de vitamina B_{12} în organism
   D. insuficienţă de calciu în organism

13. Siclemia derivă dintr-un/o
   A. atac al globulelor albe asupra globulelor roşii
   B. deficit de iod în organism
   C. coagulare spontană a sângelui
   D. defect genetic

14. Care dintre următoarele se aplică neutrofilelor din corpul uman
   A. sunt leucocite fagocitare
   B. nu au granulaţii în citoplasmă
   C. funcţia lor principală este producerea de anticorpi
   D. granulaţiile lor se colorează în albastru cu coloranţi bazici

15. Celulele principale ale sistemului imun în organismul uman sunt
   A. bazofilele şi eozinofilele
   B. leucocitele polimorfonucleare
   C. limfocitele B şi limfocitele T
   D. monocitele

16. Aproximativ 6-8% din globulele albe reprezintă celule fagocitare mari, agranulare, numite
    A. limfocite
    B. neutrofile
    C. plachete
    D. monocite

17. O suprapopulare cu leucocite este caracteristică unei forme de cancer, denumită
    A. melanom
    B. leucemie
    C. parazitemie
    D. leucopenie

18. Funcţia principală a globulelor albe în organism este
    A. transportul nutrienţilor
    B. apărarea organismului
    C. excreţia produşilor de metabolism
    D. mişcarea corpului

19. Proteina de coagulare numită protrombină este sintetizată în
    A. ficat
    B. măduva osoasă
    C. circulaţie
    D. rinichi

20. Care din următoarele este o reacţie specifică în calea extrinsecă de coagulare a sângelui?
    A. factorul VII se combină cu factori tisulari
    B. protrombina este convertită în trombină
    C. tromboplastina este convertită în protrombină
    D. fibrina este convertită în fibrinogen

21. Acumularea colesterolului de-a lungul pereţilor vasculari poate duce la o afecţiune numită
    A. embolie
    B. tromboză
    C. ateroscleroză
    D. formarea unui agregat

22. O persoană care are grupa de sânge A poate dona sânge unei persoane care are
    A. grupa de sânge 0 sau AB
    B. doar grupa de sânge A
    C. grupa de sânge A sau AB
    D. doar grupa de sânge 0

23. O persoană care are grupa de sânge B poate primi sânge de la o persoană care are
    A. doar grupa de sânge A
    B. grupa de sânge B sau AB
    C. grupa de sânge B sau 0
    D. grupa de sânge 0 sau AB

24. Boala hemolitică a nou-născutului poate să apară când
    A. tatăl este Rh-pozitiv şi mama este Rh-negativ
    B. tatăl este Rh-negativ şi mama este Rh-pozitiv
    C. atât tatăl cât şi mama sunt Rh-pozitivi
    D. atât tatăl cât şi mama sunt Rh-negativi

25. Pentru a preveni boala hemolitică a nou-născutului la sarcinile următoare, imediat după naştere, femeii i se administrează o injecţie cu
    A. antigen Rh
    B. anticorpi anti-Rh
    C. penicilină
    D. antigene A şi B

SECŢIUNEA C – Adevărat/Fals*: La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia dacă este adevărată. Dacă este falsă, schimbaţi cuvântul subliniat pentru a o face corectă.*

1. Elementele figurate ale sângelui sunt suspendate într-un fluid palid, gălbui, denumit ser.
2. Proteinele care contribuie la vâscozitatea sângelui şi ajută la menţinerea constantă a pH-ului sanguin sunt cunoscute ca globuline.
3. Unele gama globuline sunt binecunoscute ca molecule de antigene, produse de sistemul imun.
4. Globulele roşii nu au nucleu sau organite; în schimb, ele sunt pline cu un pigment roşu, hemoglobină.
5. Globulele roşii au formă de disc biconvex.
6. Când globulele roşii sunt suspendate în soluţii care conţin cantităţi de solvit în exces, celulele se umflă într-un proces numit zbârcire.
7. Când globulele roşii sunt plasate într-o soluţie care nu conţine solvit, ele tind să se spargă printr-un proces numit hemoliză.
8. Formarea globulelor roşii are loc în măduva roşie osoasă, printr-un proces numit limfopoieză.
9. Molecula de hemoglobină este formată din patru lanţuri polipeptidice.
10. Când monoxidul de carbon intră în globulele roşii, se leagă slab de molecula de hemoglobină.

11. Globulele roşii circulă în sânge aproximativ 320 de zile.
12. Bilirubina este un pigment produs prin degradarea hemoglobinei din globulele roşii şi excretat de ficat prin bilă.
13. Hormonul eritropoetină stimulează dezvoltarea globulelor roşii în măduva osoasă.
14. Eşecul organismului de a sintetiza unul sau mai multe lanţuri polipeptidice ale hemoglobinei produce o afecţiune cunoscută ca anemie pernicioasă.
15. Eozinofilele, bazofilele şi neutrofilele sunt toate tipuri de leucocite denumite agranulocite.
16. Deoarece nucleul unui limfocit are de la doi la cinci lobi, celula este denumită celulă polimorfonucleară.
17. Bazofilele sunt cele mai numeroase globule albe din circulaţie.
18. Limfocitele T şi limfocitele B sunt celule importante ale sistemului endocrin.
19. Fagocitele importante ale organismului includ neutrofilele, macrofagele şi limfocitele.
20. Leucopenia reprezintă un număr de leucocite mai mare decât în mod normal.
21. În calea intrinsecă de coagulare, ionii de sodiu sunt necesari pentru cel puţin una din conversiile chimice.
22. Un cheag de sânge care migrează dintr-o parte a corpului în alta se numeşte tromb.
23. O persoană cu grupa de sânge AB poate dona sânge unei persoane a cărei grupă de sânge este 0.
24. O persoană care are grupa de sânge 0 este cunoscută drept primitor universal.
25. Când un bărbat care este Rh-pozitiv şi o femeie care este Rh-negativă au un copil, există şansa ca acesta să dezvolte talasemie.

SECŢIUNEA D - Studiu de caz

Juanita este fumătoare. Fumul de ţigară conţine monoxid de carbon. Hematocritul ei este 56%, mai mare decât normal. Ce proces fiziologic determină ca hematocritul ei să crească?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A – Completare

1. elemente figurate
2. 7,35 - 7,45
3. ficat
4. plasma
5. ser
6. sodiul
7. albumine
8. globuline
9. fibrinogen
10. osmoză
11. hemoglobină
12. eritrocite
13. 5,8 milioane
14. 4,8 milioane
15. disc biconcav
16. zbârcire
17. hemoliză
18. eritropoieză
19. hematocrit
20. lanţuri alfa şi beta
21. grupare hem
22. oxihemoglobină
23. carbaminohemoglobină
24. ioni de bicarbonat
25. 120 de zile
26. biliverdină
27. eritropoetină
28. anemie pernicioasă
29. anemie aplastică
30. siclemie
31. talasemie
32. leucocite
33. 7000
34. măduva roşie osoasă
35. granulocite
36. agranulocite
37. fagocitoza
38. roşii
39. 1%
40. sistem imun
41. macrofage
42. limfocite
43. leucopenie
44. megacariocite
45. agregat plachetar
46. plachetar
47. tromboplastinei
48. fibrină
49. ateroscleroză
50. embolie

SECŢIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

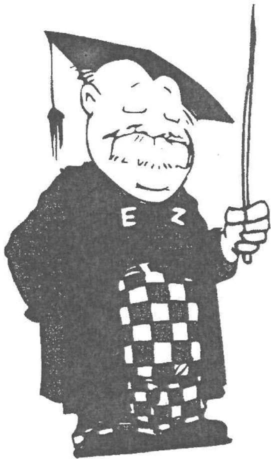
1. D
2. B
3. D
4. A
5. B
6. B
7. C
8. C
9. C
10. B
11. A
12. C
13. D
14. A
15. C
16. D
17. B
18. B
19. A
20. A
21. C
22. C
23. C
24. A
25. B

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. plasmă
2. albumine
3. anticorpi
4. A
5. biconcav
6. micşorează
7. A
8. eritropoieză
9. A
10. puternic
11. 120
12. A
13. A
14. talasemie
15. granulocite
16. neutrofil
17. cele mai puţine
18. imun
19. monocitele
20. mai scăzut
21. calciu
22. embol
23. AB
24. donator
25. boala hemolitică a nou-născutului

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Monoxidul de carbon din fumul de ţigară blochează spaţiul rezervat oxigenului din molecula de hemoglobină. Astfel, transportul oxigenului la ţesuturi este afectat, inclusiv la nivelul rinichilor. În consecinţă, rinichii ei produc mai multă eritropoetină, favorizând creşterea hematocritului.



15

Sistemul cardiovascular

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol rezumă anatomia şi fiziologia inimii şi a vaselor de sânge. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- diferenţiaţi structurile anatomice ale inimii, precum şi funcţiile specifice acestora;
- descrieţi căile circulaţei sanguine;
- deosebiți valvele cardiace;
- descrieţi circulaţia coronariană;
- identificaţi componentele sistemului excitoconductor al inimii;
- identificaţi componentele electrocardiogramei;
- identificaţi efectele sistemului nervos autonom asupra reglării frecvenţei cardiace;
- identificaţi şi ordonaţi evenimentele ciclului cardiac;
- identificaţi sursele zgomotelor cardiace;
- diferenţiaţi vasele de sânge între ele, pe baza anatomiei şi funcţiei lor specifice;
- identificaţi modulatorii fluxului sanguin în ţesuturi;
- descrieţi măsurarea presiunii arteriale şi a pulsului;
- diferenţiaţi tipurile de circulaţie sanguină;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Inima: cavităţile şi vasele, fluxul sanguin, valvele, circulaţia coronariană, muşchiul cardiac şi ciclul cardiac
- Vasele de sânge: artere, arteriole, capilare, venule şi vene
- Presiunea arterială, pulsul şi reglarea fluxului sanguin
- Tipuri de circulaţie sanguină
- Întrebări recapitulative

Sistemul cardiovascular este responsabil de furnizarea nutrienţilor şi a oxigenului către ţesuturi şi de îndepărtarea produşilor de metabolism din ţesuturi. De asemenea, sistemul transportă hormonii înspre celulele lor ţintă. Sistemul cardiovascular este alcătuit dintr-o pompă (inima) şi un set de tuburi care transportă sângele (vasele de sânge). Teoretic, toate regiunile organismului sunt deservite de sistemul cardiovascular.

INIMA

Inima este organul ce îndeplineşte funcţia de pompă în sistemul cardiovascular. Este alcătuită din două cavităţi principale cu rol de pompă, **ventriculele**, şi două cavităţi de umplere, numite **atrii**. Inima pompează sângele în arterele, capilarele şi venele sistemului cardiovascular şi furnizează sânge tuturor celulelor organismului. Are aproximativ mărimea unui pumn, este un organ cavitar, de formă conică şi cântăreşte mai puţin de o jumătate de kilogram.

Inima este situată în torace, în mediastin, aproximativ între a doua şi a cincea coastă. Se află anterior de coloana vertebrală şi posterior de stern, fiind flancată de plămâni, care se suprapun peste ea. Inima este aşezată puţin spre stânga şi adoptă o poziţie oblică în cavitatea toracică (Figura 15.1).

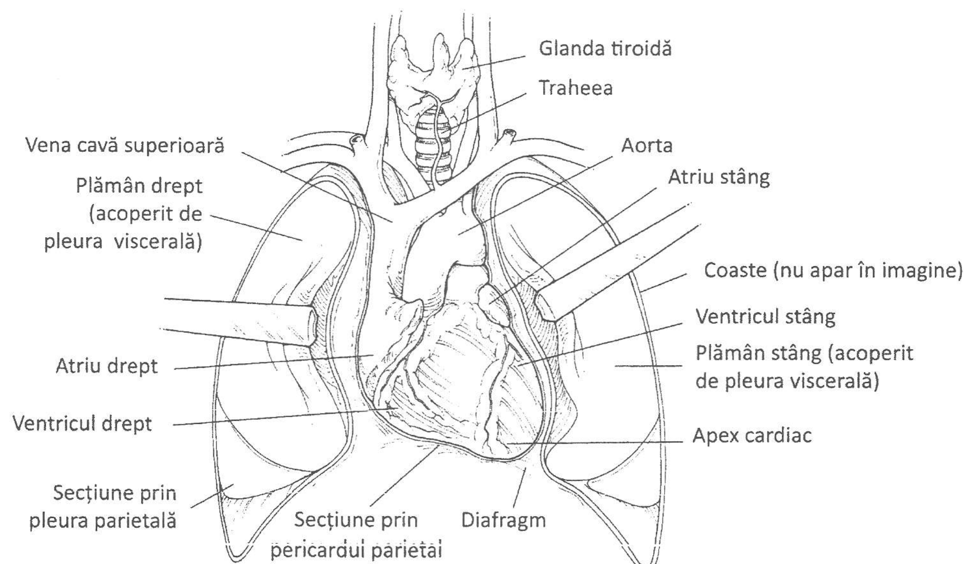


FIGURA 15.1 Inima umană văzută din poziţie ventrală în cavitatea toracică. Observaţi poziţia organelor adiacente.

Inima este învelită de un sac format din două foiţe (membrane) numit **pericard**. Foiţa externă se numeşte **pericard parietal**, iar cea internă, **pericard visceral** sau **epicard**. Cavitatea pericardică este spaţiul umplut cu fluid dintre pericardul parietal şi cel visceral (epicardul). Epicardul este ocazional acoperit de grăsime, mai ales la vârste înaintate. Inflamaţia pericardului este numită **pericardită**. Epicardul este considerat stratul extern al ţesutului cardiac.

Ţesutul principal al inimii este localizat în stratul mijlociu, şi este numit **miocard**. Miocardul este compus din celule musculare de tip cardiac dipuse în fascicule. În interiorul

miocardului, celulele musculare sunt interconectate între ele prin fibre fine de ţesut conjunctiv aranjate într-o reţea, ce aparţin scheletului fibros. Această reţea consolidează miocardul în interior. Un plus de susţinere, în jurul valvelor şi la locul de emergenţă a vaselor mari, este asigurat de inele de ţesut fibros împletit asemănător unor frânghii.

Al treilea strat inimii este cel intern, numit **endocard**. Endocardul este alcătuit dintr-un strat endotelial ce acoperă un strat subţire de ţesut conjunctiv. Endocardul delimitează cavităţile inimii şi acoperă valvele cardiace. Inflamaţia valvelor cardiace este numită **endocardită**.

CAVITĂŢILE ŞI VASELE INIMII

În inimă există patru cavităţi. Cele două cavităţi superioare sunt denumite **atrii**, iar cele două cavităţi inferioare sunt denumite **ventricule**.

Cavităţile cardiace sunt separate longitudinal de un perete numit **sept cardiac**. Între atrii, septul este denumit **sept interatrial**, iar între ventricule **sept interventricular** (Figura 15.2).

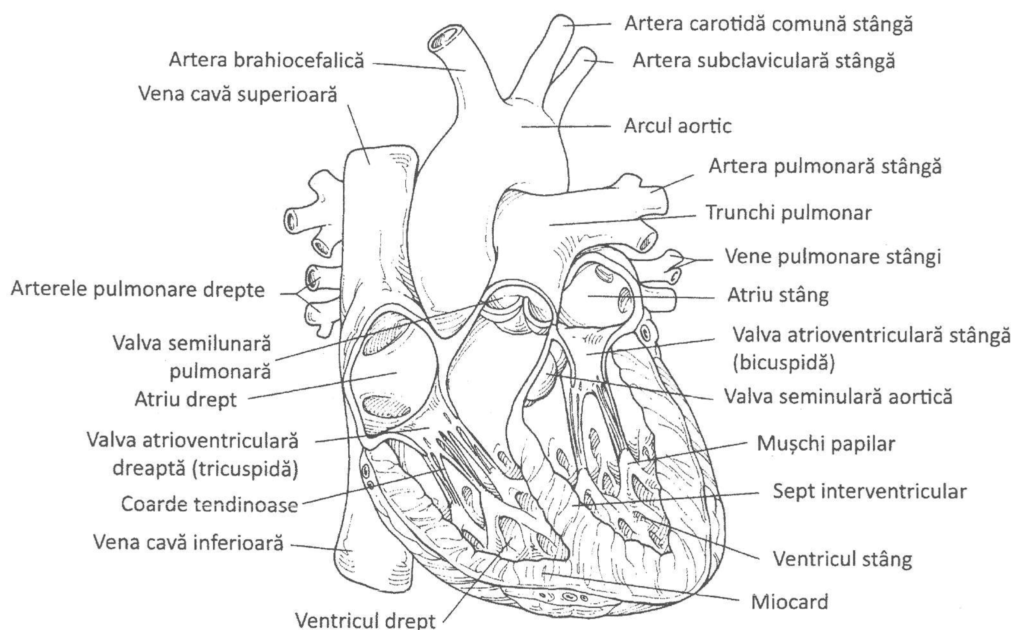


FIGURA 15.2 Secţiune longitudinală prin inimă, ilustrând cele mai importante structuri ale acestui organ. Se pot observa detaliile valvelor şi sunt indicate cele mai importante vase.

Atriile sunt cavităţile de umplere cu sânge ale inimii. Sângele care se întoarce prin vene de la ţesuturi intră în atrii şi este menţinut acolo până când ventriculele se golesc. Fiecare atriu are o prelungire plată, încreţită, denumită **auriculă** (urechiuşă), ce se umple cu sânge atunci când atriul este plin. Auricula creşte capacitatea atrială.

În atriul drept se golesc trei vene: **vena cavă superioară**, care aduce sângele de la cap şi gât, **vena cavă inferioară**, care aduce sângele din regiunea inferioară a corpului, şi **sinusul coronarian** care primeşte sângele de la muşchiul cardiac şi îl conduce apoi în atriul drept. Atriul stâng primeşte sânge de la plămâni prin intermediul venelor pulmonare.

Ventriculele sunt situate inferior față de atrii și sunt cavitățile cu rol de pompă ale inimii. Ventriculul drept pompează sângele la plămâni, iar ventriculul stâng pompează sângele la organele, țesuturile și celulele organismului.

CIRCULAȚIA SÂNGELUI PRIN INIMĂ

În organism există două circuite cardiovasculare principale. Primul circuit, numit **circulația pulmonară**, se extinde de la inimă la plămâni și înapoi la inimă. Al doilea circuit, **circulația sistemică**, se extinde de la inimă la celule și înapoi la inimă (Figura 15.3).

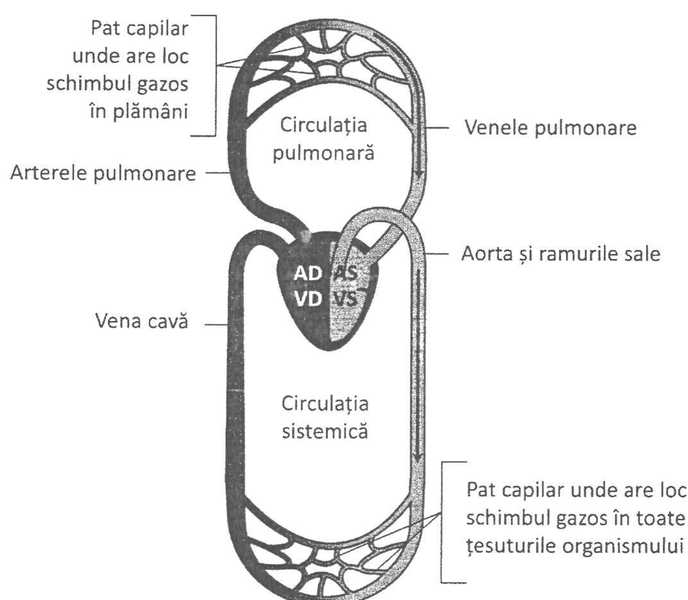


FIGURA 15.3 Cele două circulații principale ale organismului. În circulația pulmonară, sângele pleacă din ventriculul drept la plămâni și se întoarce în atriul stâng. În circulația sistemică, sângele pleacă din ventriculul stâng spre organism și se întoarce în atriul drept.

Circulația pulmonară începe în partea dreaptă a inimii. Sângele colectat de la organe intră în atriul drept. Acest sânge este sărac în oxigen și bogat în dioxid de carbon. Sângele trece printr-o valvă din atriul drept în ventriculul drept. Ventriculul drept pompează apoi sângele în plămâni prin **arterele pulmonare**. La nivel pulmonar, dioxidul de carbon părăsește sângele și intră în alveolele pulmonare, în timp ce oxigenul trece din alveolele pulmonare în sânge. Apoi, sângele bogat în oxigen se întoarce prin **venele pulmonare** în partea stângă a inimii, închizând astfel circulația pulmonară.

Circulația sistemică începe în partea stângă a inimii. Sângele intră în atriul stâng, apoi trece printr-o valvă în ventriculul stâng. Ventriculul stâng pompează sângele bogat în oxigen în **aortă**, cea mai mare arteră din organism. Din aortă sângele este distribuit către alte **artere** ale circulației sistemice. Prin aceste artere, sângele circulă către cap, torace, regiunea abdominală și alte părți ale organismului.

La nivel celular, sângele eliberează oxigenul şi preia dioxidul de carbon. Sângele bogat în dioxid de carbon (şi sărac în oxigen) se întoarce la inimă prin **venele** sistemului cardiovascular şi venele cave. Când ajunge la inimă, sângele intră în atriul drept, completând în acest fel circulaţia sistemică.

VALVELE CARDIACE

Un set de valve cardiace asigură circulaţia unidirecţională a sângelui prin inimă, prevenind refluxul. Patru valve cardiace sunt implicate în acest proces. Două dintre aceste valve sunt denumite **valve atrioventriculare**, iar celelalte două sunt denumite **valve semilunare** (Figura 15.4)

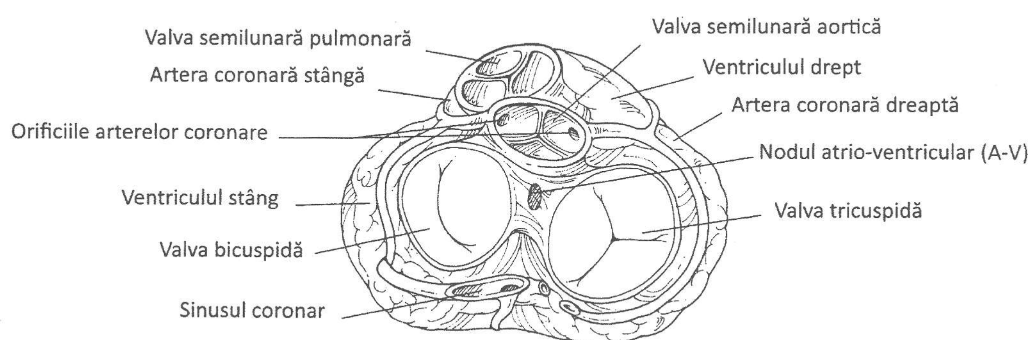


FIGURA 15.4 Vedere de sus a inimii după îndepărtarea atriilor. Observaţi structura valvelor bicuspidă (cu două cuspisuri) şi tricuspidă (cu trei cuspisuri). Valva aortică şi cea pulmonară sunt valve semilunare. Se pot observa arterele, venele şi sinusul coronarian.

Una dintre valvele atrioventriculare este situată în partea dreaptă a inimii, între atriul şi ventriculul drept. Această valvă este numită **valva tricuspidă**, deoarece are trei cuspisuri. A doua valvă atrioventriculară se află în partea stângă a inimii, între atriul şi ventriculul stâng. Este numită **valvă mitrală** sau **valvă bicuspidă**, deoarece are numai două cuspisuri. Valvele atrioventriculare permit sângelui să curgă din atrii în ventricule şi previn refluxul sângelui în atrii atunci când ventriculele se contractă.

Valvele cardiace atrioventriculare sunt ancorate de muşchii papilari ai peretelui ventricular prin cordoane de colagen de culoare albicioasă. Aceste cordoane tisulare, numite **cordaje tendinoase**, împiedică mişcarea cuspisurilor valvulare înspre atrii. Când cordajele tendinoase sunt lezate sau când leziunea este chiar la nivel valvular, valvele au tendiţa de a se mişca retrograd. În cazul valvei mitrale, această afecţiune se numeşte **prolaps de valvă mitrală**.

Cele două **valve semilunare** se află la emergenţa arterelor principale (aorta şi artera pulmonară) din ventricule. **Valva semilunară pulmonară** delimitează intrarea în trunchiul pulmonar, ce se extinde de la ventriculul drept spre plămâni. Această valvă previne refluxul sângelui în ventriculul drept când acesta se relaxează. **Valva semilunară aortică** este situată la emergenţa aortei. Ea previne refluxul sângelui în ventriculul stâng (Tabelul 15.1).

TABELUL 15.1 PREZENTARE SUCCINTĂ A VALVELOR CARDIACE

Valva	Localizare	Funcție
Valva tricuspidă	Între atriul drept și ventriculul drept	Previne refluxul sângelui din ventriculul drept înapoi în atriul drept în timpul contracției ventriculare
Valva semilunară pulmonară	Între ventriculul drept și artera pulmonară	Previne refluxul sanguin din artera pulmonară în ventriculul drept în timpul relaxării ventriculare
Valva bicuspidă (mitrală)	Între atriul stâng și ventriculul stâng	Previne refluxul sângelui din ventriculul stâng înapoi în atriul stâng în timpul contracției ventriculare
Valva semilunară aortică	Între ventriculul stâng și aortă	Previne refluxul sângelui din aortă înapoi în ventriculul stâng în timpul relaxării ventriculare

CIRCULAȚIA CORONARIANĂ

Deoarece inima se află într-o activitate continuă, ea trebuie alimentată permanent cu sânge. Arterele care îi furnizează sânge sunt **arterele coronare**; vasele care drenează mușchiul cardiac sunt **venele coronare**. Arterele coronare furnizează sânge oxigenat mușchiului cardiac; ulterior, sângele sărac în oxigen este drenat de către venele coronare, îl conduc în **sinusul coronarian** (Figura 15.5). Sinusul trimite sângele în atriul drept.

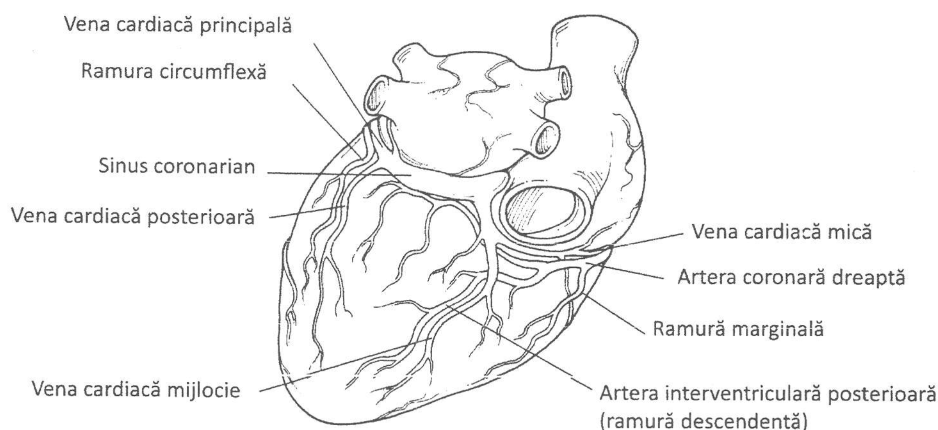


FIGURA 15.5 Vedere dinspre lateral a inimii, ilustrând câteva dintre arterele și venele coronare. Sinusul coronarian este situat aproape de venele cave și se golește în atriul drept împreună cu aceste vene.

Obstrucția prelungită a arterelor coronare prin cheaguri de sânge se numește **tromboză coronariană**. Această afecțiune poate produce moartea celulelor miocardice. Când celulele miocardice mor, apare **infarctul miocardic**, cunoscut și sub numele de **atac de cord**.

MUŞCHIUL CARDIAC

Din punct de vedere fiziologic şi biochimic, **muşchiul cardiac** este asemănător muşchiului striat scheletic. O diferenţă structurală este, însă, notabilă: celulele muşchiului striat scheletic sunt alungite şi cilindrice, în timp ce celulele miocardului sunt mai scurte, mai late, mai ramificate, şi interconectate. Joncţiunile dintre celulele musculare cardiace apar la nivelul conexiunilor şi sunt numite **discuri intercalare**. Discurile intercalare conţin multe joncţiuni de tip gap, care permit citoplasmei unei fibre musculare cardiace să se atingă cu cea a fibrei învecinate. Discurile intercalare conţin şi desmozomi, care formează o legătură mai stânsă decât joncţiunile de la nivelul celulelor musculare scheletice. Astfel, celulele miocardului funcţionează ca nişte unităţi mai integrate decât celulele musculare scheletice.

Celulele musculare cardiace primesc energie din metabolism în acelaşi fel ca şi cele musculare scheletice, însă au nevoie de mai multă energie deoarece activitatea lor metabolică este mai intensă.

Contracţiile celulelor musculare cardiace nu sunt iniţiate de impulsuri venite de la sistemul nervos. Inima iniţiază şi distribuie impulsuri nervoase pentru a determina contracţia celulelor miocardice printr-un ţesut specializat, denumit ţesut excitoconductor. Fibrele musculare cardiace ale sistemului excitoconductor se contractă şi se relaxează pe tot parcursul vieţii unei persoane fără intervenţia sistemului nervos. Prima componentă a sistemului excitoconductor constă din celulele **nodului sinoatrial (SA)**. Această masă de celule musculare cardiace prevăzute cu autoritmicitate este situată în peretele superior al atriului drept. Impulsurile generate de nodul sinoatrial ajung, în cele din urmă, în toată inima. Nodul SA determină ritmul contracţiilor cardiace, de aceea este cunoscut ca **stimulator cardiac** (pace-maker) (Figura 15.6). Nodul SA se depolarizează, fără intervenţie nervoasă, de 70-80 de ori pe minut. Unda de depolarizare iniţiată în nodul SA stabileşte ritmul sinusal.

Impulsurile sunt distribuite de la nodul SA în ţesutul atrial de la celulă la celulă, prin intermediul joncţiunilor gap din discurile intercalare. Impulsurile se răspândesc prin fibre la al doilea nodul principal al inimii, numit **nodul atrioventricular (AV)**. Nodul atrioventricular este situat în septul interatrial (între cele două atrii). Impulsurile care ajung la nodul AV se transmit unui grup mai voluminos de fibre, cunoscut sub numele de **fasciculul His**, situat în septul interventricular. Acesta este format din două ramuri, dreaptă şi stângă, ce se continuă cu **fibrele Purkinje**, care se distribuie în miocardul ventricular, asigurând transmiterea impulsurilor necesare contracţiei acestuia. Potenţialele de acţiune ale inimii urmează procesul de depolarizare şi repolarizare tipic tuturor celulelor musculare (Capitolul 8).

Transmiterea impulsului prin sistemul conductor al inimii poate fi înregistrată prin **electrocardiogramă** (ECG). Pe o electrocardiogramă normală se disting trei unde care apar în fiecare ciclu cardiac. Prima undă, **unda P**, este o undă ascendentă care indică depolarizarea atriilor şi distribuirea impulsului de la nodul SA, prin atrii, spre nodul AV, determinând contracţia atrială. A doua undă este **complexul QRS**, alcătuit dintr-o undă descendentă, urmată de o undă ascendentă largă şi apoi de o undă descendentă. Acest

complex reflectă depolarizarea ventriculelor. Apoi urmează o deflexiune rotunjită, numită **unda T**. Aceasta reprezintă repolarizarea ventriculară (Figura 15.7).

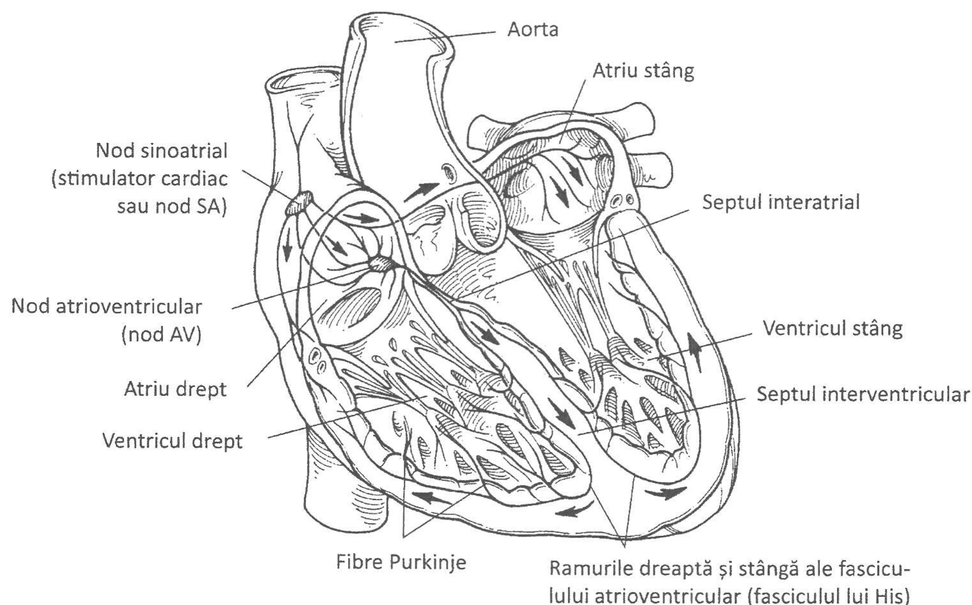


FIGURA 15.6 Sistemul excitoconductor al inimii. Impulsurile sunt generate în nodul SA şi trec lateral spre alte zone ale inimii prin fibrele Purkinje. Impusurile de la nodul SA stimulează nodul AV şi de la acest nivel trec mai departe la fasciculul His şi la fibrele Purkinje.

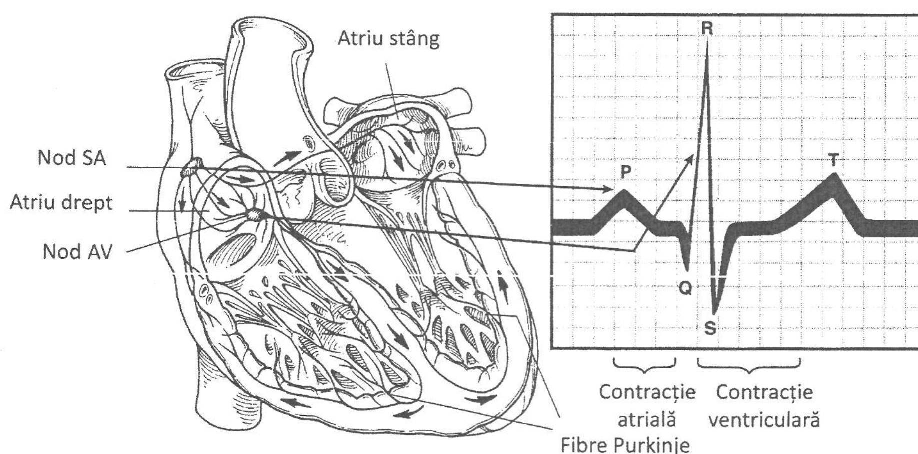


FIGURA 15.7 Ciclul cardiac aşa cum este reprezentat pe electrocardiogramă (ECG). Impulsurile de la nodul SA determină contracţia atrială şi sunt redate prin unda P. După o pauză foarte scurtă, impulsurile de la nodul AV determină contracţia ventriculară. Aceste contracţii sunt prezentate sub forma complexului QRS. Unda T reprezintă perioada în care celulele musculare se repolarizează după contracţie.

Deşi stimularea externă nu este necesară pentru activitatea cardiacă, sistemul nervos autonom poate realiza un controlul nervos asupra inimii. Impulsurile sistemului nervos simpatic cresc frecvenţa bătăilor cardiace şi contracţia ventriculară, iar sistemului nervos parasimpatic le diminuă (Capitolul 11).

Deşi ritmul cardiac este de obicei regulat, pot să apară dereglări. Acestea se numesc **aritmii**. Când inima se contractă rapid şi neregulat, se spune că fibrilează, afecţiune numită **fibrilaţie**. Pentru a defibrila inima poate fi utilizat un şoc electric puternic.

CICLUL CARDIAC

Alternanţa contracţiilor şi relaxărilor cavităţilor cardiace reprezintă **ciclul cardiac**. Termenul **sistolă** se referă la contracţiile inimii; termenul **diastolă** se referă la perioadele de relaxare ale inimii. Prin urmare, ciclul cardiac este alcătuit din sistolă şi diastolă.

În timpul sistolei ventriculare (sângele este pompat afară), atriile sunt în diastolă şi se umplu cu sânge. Când presiunea sângelui în atrii o depăşeşte pe cea din ventricule, forţa exercitată de sânge asupra valvelor atrioventriculare determină curgerea acestuia în ventricule. Presiunea sanguină în ventricule creşte, iar în timpul contracţiei sângele curge fie în artera pulmonară, fie în aortă. Cantitatea de sânge pompată de un ventricul în timpul fiecărei sistole este numită **volum bătaie**. Cantitatea de sânge pompată de un ventricul pe minut se numeşte **debit cardiac**.

Inima bate de aproximativ 70-75 de ori pe minut, iar un ciclu cardiac are o durată mai mică de o secundă. Deoarece volumul bătaie la un adult este în medie de aproximativ 70 ml de sânge, debitul cardiac mediu este de aproximativ 5250 ml de sânge pe minut. Circulaţia sanguină este controlată de modificările de presiune, iar sângele va curge prin orice orificiu disponibil.

Când valvele atrioventriculare se închid, inima emite un zgomot, reprezentat prin onomatopeea **„lub"**. Acesta este primul zgomot cardiac. Apoi, sângele curge prin artera pulmonară şi aortă, iar valvele semilunare se închid. Acest sunet este descris onomatopeic prin **„dub"**. Astfel, zgomotele cardiace sunt descrise ca „lub-dub". Zgomotele cardiace anormale, numite **sufluri**, indică de obicei o afecţiune a valvelor. Zgomotele cardiace pot fi ascultate cu ajutorul stetoscopului.

VASELE SANGUINE

Vasele sanguine formează o reţea de tuburi care transportă sângele dinspre inimă către celulele şi ţesuturile organismului şi invers. Acestea reprezintă un element esenţial al sistemului cardiovascular, deoarece asigură mediul necesar pentru îndeplinirea funcţiilor celulelor sanguine.

Vasele care transportă sângele de la inimă sunt denumite **artere**. Arterele se divid în vase mai mici numite **arteriole** care, la nivelul organelor şi ţesuturilor, se ramifică în vase microscopice numite **capilare**. Sângele din capilare deserveşte ţesuturile. Capilarele părăsesc apoi mediul celular şi formează vene mici numite **venule**. Venulele se unesc cu alte venule pentru a forma vase mai mari, **venele**, care transportă sângele înapoi la inimă. (Tabelul 15.2).

Toate vasele sanguine, cu excepţia capilarelor, au în componenţa peretelui trei straturi distincte. Aceste straturi se numesc **tunici**. Ele înconjoară **lumenul** vaselor de sânge. Tunica interioară care căptuşeşte lumenul vascular este **tunica internă**. Acest înveliş este alcătuit dintr-un strat subţire endotelial, format din epiteliu simplu pavimentos aşezat pe o membrană bazală. O continuare a endoteliului, cunoscută sub denumirea de endocard, căptuşeşte inima şi acoperă valvele cardiace. Stratul mijlociu este **tunica medie**, alcătuită în principal din celule musculare netede şi fibre elastice aparţinând ţesutului conjunctiv. Stratul exterior al vaselor de sânge este **tunica externă**. Principalul tip de ţesut al acestui strat este format dintr-o ţesătură laxă de fibre de colagen. Fibrele protejează vasele sanguine şi asigură fixarea lor de ţesuturile învecinate.

TABELUL 15.2 O COMPARAȚIE ÎNTRE VASELE SANGUINE ALE ORGANISMULUI

Vasul	Structura	Funcția
Artera	Perete gros, rezistent, cu trei straturi – stratul endotelial, stratul mijlociu, format din celulele musculare netede și țesut elastic, și stratul extern, format din țesut conjunctiv	Transportă sângele la presiune ridicată de la inimă la arteriole
Arteriola	Perete mai subțire decât arterele, dar tot cu trei straturi; arteriolele mai mici au endoteliu, câteva celule musculare netede și o cantitate mică de țesut conjunctiv	Leagă arterele de capilare; ajută la controlul circulației sângelui în capilare prin vasoconstricție sau vasodilatație
Capilarul	Un singur strat de epiteliu pavimentos	Reprezintă o membrană semipermeabilă prin care se realizează schimburile de nutrienți, gaze și reziduuri între sânge și celulele din țesuturi; leagă arteriolele de venule
Venula	Perete subțire, cu mai puțin țesut muscular neted și elastic decât arteriolele	Leagă capilarele de vene
Vena	Perete mai subțire decât cel arterial, dar cu straturi similare; stratul mijlociu mai slab dezvoltat; unele au valve	Transportă sângele la presiune mică de la venule la inimă; valvele previn circulația retrogradă a sângelui; servesc drept rezervor de sânge

ARTERELE

Spaţiul central, gol, din interiorul arterelor se numeşte **lumen**, şi este înconjurat de trei straturi de ţesut. Tunica internă este alcătuită din epiteliu simplu pavimentos şi este denumită **endoteliu**. Acest strat intern conţine şi ţesut elastic. Tunica medie este alcătuită dintr-un strat gros de muşchi neted şi din ţesut elastic. Tunica externă este alcătuită în principal din fibre elastice şi colagen.

Arterele au capacitatea de a se destinde şi a se adapta la sângele ce pulsează în interiorul lor când inima se contractă. Această expansiune se datorează ţesutului conjunctiv elastic. Când inima se relaxează, ţesutul elastic revine la forma iniţială şi împinge sângele înainte.

Muşchiul neted din peretele arterelor se poate contracta pentru a regla fluxul sanguin în aval. Micşorarea lumenului arterial, numită **vasoconstricţie**, poate fi indusă de impulsuri nervoase de la nivelul sistemului nervos simpatic. Mărirea în dimensiune a lumenului, numită **vasodilataţie**, apare în absenţa impulsurilor de la acest sistem.

ARTERIOLE, CAPILARE ŞI VENULE

Pereţii **arteriolelor** mari sunt similari cu cei ai arterelor dar, pe măsură ce arteriolele scad în dimensiune, ele sunt alcătuite în principal din endoteliu şi în mai mică măsură din muşchi neted. Ca şi arterele, arteriolele suferă vasoconstricţie şi vasodilataţie pentru a ajusta fluxul sanguin.

Capilarele, structuri microscopice, leagă arteriolele de venule. Capilarele pot fi întâlnite practic lângă fiecare celulă a organismului, în special cele care au o activitate metabolică crescută (aceste celule au nevoie de mai mult oxigen decât altele). Schimbul de nutrienţi şi gaze se produce între sânge şi celulele corpului, transendotelial, după cum explică legea mişcării fluidelor a lui Starling (Capitolul 21). Pereţii capilarelor au un singur strat de celule endoteliale, prin care moleculele mici pot să treacă cu uşurinţă. Sângele trece din arteriole în patul capilar, care este alcătuit dintr-un număr mare de capilare grupate. Un **sfincter precapilar** reglează intrarea sângelui în patul capilar. Sfincterele sunt muşchi dispuşi circular, care se deschid sau se închid pentru a regla fluxul sanguin în capilare, pentru a asigura ţesuturilor necesarul de sânge.

Venulele se formează prin unirea mai multor capilare. Venulele colectează sângele şi îl transportă în vene. Pereţii venulelor mici sunt similari cu cei ai arteriolelor mici, dar venulele mari au aceeaşi structură ca şi a venelor.

VENELE

Venele au structură similară cu arterele, cu excepţia faptului că tunica externă a venelor este mai groasă, iar tunica medie este mai subţire. Deoarece sângele care curge printr-o venă nu este sub presiune, curgerea sa este lină, în comparaţie cu sângele din artere, care pulsează. Deoarece sângele curge cu presiune mai mică, pereţii venelor nu trebuie să fie atât de rezistenţi ca cei ai arterelor.

Pentru a ajuta curgerea sângelui, multe vene prezintă pliuri ale stratului intern, care formează **valve**. Valvele previn refluxul sângelui venos, în special la nivelul membrelor inferioare (Figura 15.8). Când valvele slăbesc, sângele se scurge înapoi, iar presiunea sângelui dilată peretele venos. Venele dilatate se numesc **vene varicoase**. Înaintarea în vârstă, statul prelungit în picioare şi sarcina contribuie la dezvoltarea venelor varicoase.

Venele servesc drept rezervoare de sânge, deoarece conţin o mare parte din sângele organismului. Aproximativ 60% din volumul sanguin se află în vene şi venule.

PRESIUNEA ARTERIALĂ ŞI PULSUL

Presiunea arterială reprezintă presiunea exercitată de sânge asupra pereţilor vasculari. Presiunea arterială este determinată de debitul cardiac (cu cât debitul cardiac este mai

mare, cu atât presiunea arterială este mai mare), precum şi de rezistenţa la fluxul sanguin. Aceasta apare datorită vâscozităţii sângelui, lungimii vaselor de sânge şi a diametrului vaselor sanguine.

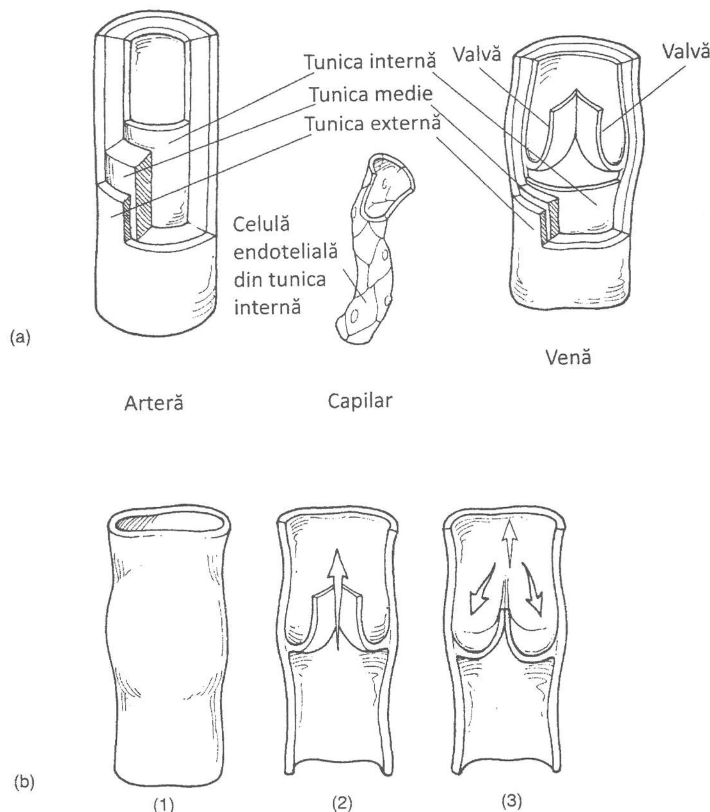


FIGURA 15.8 Vasele sanguine şi valvele. (a) Structura comparată a arterei, venei şi capilarului. Se observă cele trei tunici care alcătuiesc peretele arterelor şi al venelor; prin comparaţie, peretele capilarului este format dintr-un singur strat de celule, ce alcătuieşte tunica internă. Pereţii arterei sunt mai groşi decât cei venoşi, pentru a rezista la presiunea sângelui. (b) Arterele şi capilarele nu au valve; valvele sunt prezente doar în vene. În venă, zona unde este situată valva (1) este dilatată. Valva se deschide când trece sângele (2), iar apoi lambourile valvei se unesc (3), închizând-o şi prevenind refluxul sângelui.

Presiunea arterială poate fi măsurată cu **sfigmomanometrul**, care conţine o coloană de mercur (Hg) ce se ridică, odată cu presiunea din manşeta care se umflă la nivelul braţului, deasupra valorii de 160 mmHg când comprimă arterele. Apoi se foloseşte un stetoscop pentru a asculta curgerea sângelui în artera ulnară. Manşeta se dezumflă, până când se aud sunetele datorate curgerii turbulente, numite **zgomotele lui Korotkoff**. Acestea reprezintă **presiunea sistolică** (presiunea care apare în timpul sistolei), care în mod normal este de aproximativ 120 mmHg. În timpul diastolei, sângele continuă să exercite presiune asupra pereţilor vasculari, iar zgomotele Korotkoff încă se mai aud. Se dezumflă manşeta până când nu se mai aud zgomotele Korotkoff şi se notează presiunea la care ele dispar. Această presiune, **presiunea diastolică**, este suficientă pentru a ridica coloana de mercur la aproximativ 80 mmHg. Prin urmare, presiunea arterială medie a

unei persoane, poate fi exprimată ca presiune sistolică „per" presiune diastolică, sau „120/80". Numeroase afecţiuni pot creşte sau scădea presiunea arterială. De exemplu, îngustarea lumenului arterial poate creşte semnificativ presiunea arterială.

Ventriculul stâng al inimii se contractă şi se relaxează, împingând sângele în artere şi determinând **pulsul**, o undă de presiune în artere. Pulsul este mai puternic în apropierea inimii şi mai slab pe măsură ce sângele se îndepărtează de inimă. În mod obişnuit pulsul se măsoară la nivelul arterei radiale, la încheietura mâinii, dar se poate măsura şi pe artera carotidă şi poplitee. Pulsul are aceeaşi frecvenţă cu cea cardiacă, iar media este de aproximativ 70-75 de bătăi pe minut. Un puls rapid reflectă o frecvenţă cardiacă rapidă, situaţie numită **tahicardie**. Un puls scăzut reflectă un ritm cardiac scăzut, situaţie numită **bradicardie**.

Volumul de sânge din circulaţie este de aproximativ cinci litri. O scădere a acestui volum, de exemplu datorită unei sângerări excesive, poate determina scăderea presiunii arteriale. Scăderea frecvenţei cardiace poate determina de asemena scăderea presiunii arteriale, deoarece volumul de sânge pompat de inimă este mai mic.

REGLAREA FLUXULUI CARDIAC

Homeostazia organismului presupune ca fluxul sanguin să fie reglat, iar presiunea arterială să fie menţinută într-un anumit interval. Presiunea arterială crescută poate afecta inima, creierul, rinichii şi alte organe, în timp ce presiunea arterială scăzută poate duce la un aport insuficient de oxigen şi nutrienţi la nivel celular.

Fluxul sanguin poate fi reglat de centrii reglatori din creier sau din alte regiuni ale sistemului nervos, şi de diferite substanţe chimice prezente în organism. **Centrul vasomotor** este alcătuit dintr-un grup de neuroni simpatici situaţi în medulla oblongata (bulbul rahidian) a creierului. Din acest centru pornesc impulsuri spre muşchii netezi din pereţii arteriolelor şi, astfel, se controlează diametrul vaselor sanguine şi presiunea sanguină. Acest control ajută la menţinerea unei presiuni arteriale constante în organism. Scăderea numărului impulsurilor simpatice determină vasodilataţie şi o presiune arterială mai mică.

O altă formă de reglare este prin intermediul **baroreceptorilor**. Aceştia sunt grupuri de neuroni situaţi în arterele mari ale gâtului şi toracelui, ca aorta şi arterele carotidiene. Baroreceptorii trimit impulsuri pentru a creşte sau a scădea activitatea miocardului, şi astfel reglează fluxul sanguin. Ei trimit impulsuri şi la centrul vasomotor şi controlează indirect circulaţia prin vasodilataţie sau vasoconstricţie.

Anumiţi neuroni sunt sensibili la unele substanţe chimice din sânge. Aceşti neuroni, numiţi **chemoreceptori**, sunt grupaţi în două mase de ţesut, localizate la nivelul ramificaţiei arterei carotide comune în arterele carotide externă şi internă. Grupările sunt numite **corpusculi carotidieni**. Alţi chemoreceptori se găsesc în **corpusculii aortici**, mici mase de ţesut localizate în apropierea aortei. Chemoreceptorii reacţionează la concentraţii anormale de oxigen, dioxid de carbon şi ioni de hidrogen din sânge. Ei transmit impulsuri centrului vasomotor, care reglează fluxul sanguin.

Circulaţia poate fi reglată, de asemenea, de centrii din **cortexul cerebral**. De exemplu, în cursul perioadelor de furie intensă, neuronii corticali trimit impulsuri la hipotalamus şi apoi la centrul vasomotor. În timpul episoadelor de depresie profundă, prin aceeaşi cale, presiunea sanguină poate fi scăzută.

Anumite substanţe chimice pot afecta presiunea arterială, producând vasoconstricţie. Două exemple de substanţe care acţionează în acest fel sunt **epinefrina (adrenalina)** şi **norepinefrina (noradrenalina)**. Ambele sunt hormoni produşi de glandele suprarenale şi pot creşte frecvenţa cardiacă şi astfel fluxul sanguin. Alt hormon, **hormonul antidiuretic** (Capitolul 13), eliberat de hipofiza posterioară, determină vasoconstricţie prin reglarea cantităţii de apă din sânge.

Autoreglarea sfincterelor precapilare controlează fluxul sanguin în patul capilar, facilitând intrarea unei cantităţi mai mari de sânge în ţesuturile mai active.

ŞOCUL

Şocul este o afecţiune care se manifestă atunci când sistemul cardiovascular nu reuşeşte să furnizeze suficient oxigen şi nutrienţi celulelor organismului. Această situaţie poate determina moartea celulară. Hemoragia, deshidratarea, vărsăturile prelungite sau transpiraţia excesivă pot duce la şoc. Şocul poate fi hipovolemic (volum scăzut datorită pierderii de sânge), obstructiv (obstrucţie mecanică a fluxului sanguin, de exemplu cauzată de un tromb) sau septic (leziune toxică datorată microorganismelor).

Câteva dintre simptomele care apar în şoc sunt presiunea sanguină scăzută şi tegumentele umede, reci, palide, datorită constricţiei vaselor de sânge din piele. Un alt simptom caracteristic este transpiraţia. Persoana devine dezorientată şi frecvent îşi pierde conştienţa datorită lipsei oxigenului la nivel cerebral. Frecvent, se poate observa tahicardie. Pulsul este slab şi rapid datorită debitului cardiac. Transfuzia sanguină poate fi folosită pentru a corecta simptomatologia şocului hipovolemic.

TIPURI DE CIRCULAŢIE SANGUINĂ

După cum s-a amintit mai înainte, circulaţia sanguină este compusă din circulaţia pulmonară şi cea sistemică. Principala arteră din circulaţia sistemică este aorta, iar principalele vene sunt vena cavă inferioară şi superioară. Alte artere din corpul uman îşi au originea în aortă, imediat după emergenţa acesteia din ventriculul stâng, pe măsură ce se formează arcul aortic. Aici au originea **arterele coronare**, ce deservesc muşchiul cardiac, şi arterele principale ale gâtului şi capului.

După ce se arcuieşte, **aorta** coboară de-a lungul coloanei vertebrale şi dă naştere altor **artere sistemice**, care transportă sângele la organe. Figura 15.9 ilustrează localizarea mai multor artere importante, dintre care enumerăm arterele carotide ale gâtului, arterele subclaviculare ale umărului, arterele axilară, brahială, radială şi ulnară ale membrului superior, arterele intercostale ale peretelui toracic, arterele frenice ale diafragmului, artera celiacă ce dă naştere arterelor gastrică stângă, splenică şi hepatică, artera mezenterică superioară, care se extinde la intestinul subţire, arterele renale, la nivelul rinichilor, arterele iliace comune, la nivelul membrelor inferioare, şi artera iliacă externă, care dă naştere arterelor femurală, poplitee şi tibială.

După ce sângele a deservit celulele, **capilarele** îl conduc spre venule, vene şi în cele din urmă în venele cave. Cele două **vene cave** aduc sângele în atriul drept. Figura 15.10 ilustrează principalele vene ale sistemului venos. Printre cele mai importante sunt venele jugulare ale gâtului, venele axilară, brahială, radială şi ulnară din membrul superior,

venele azygos şi hemiazygos de la muşchii toracici, venele splenică, mezenterică inferioară şi mezenterică superioară de la organele abdominale şi venele iliace comune de la nivelul membrelor inferioare.

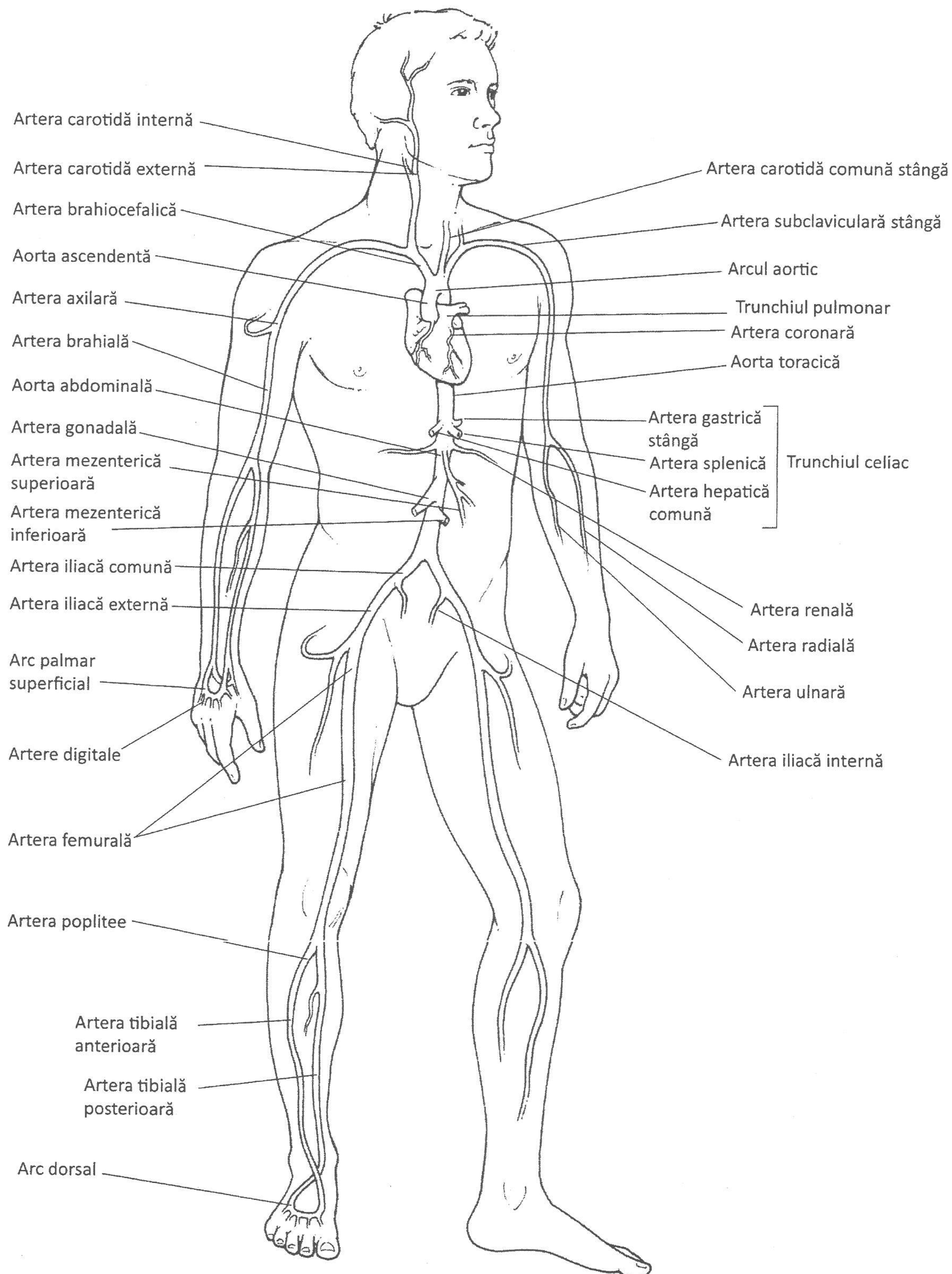


FIGURA 15.9 Principalele artere ale organismului uman.

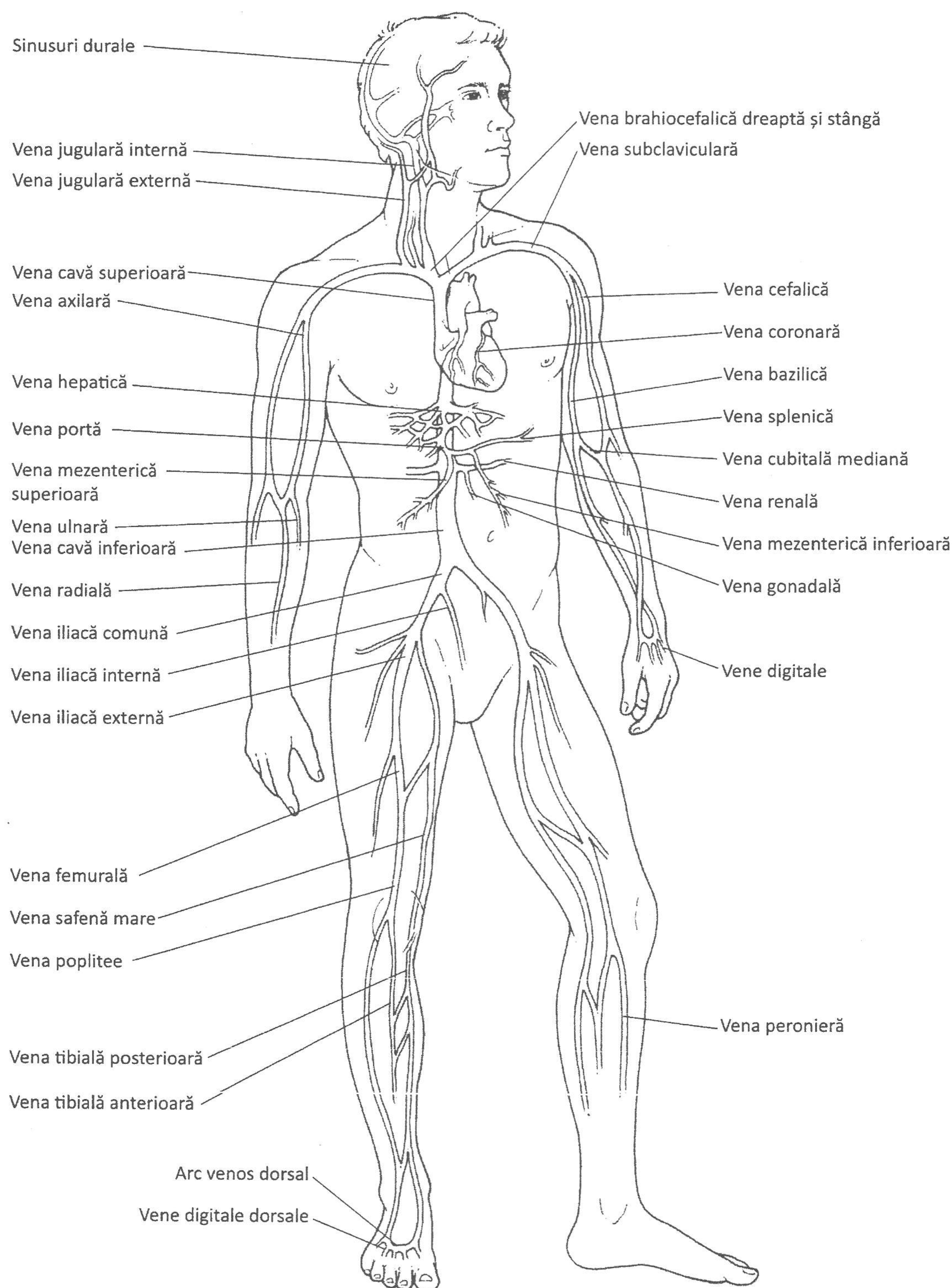


FIGURA 15.10 Principalele vene ale organismului uman, cu excepţia venelor pulmonare.

Circulaţia pulmonară transportă sângele din ventriculul drept la ţesutul pulmonar şi apoi în atriul stâng. Cele două artere pulmonare, ce provin din trunchiul pulmonar, pătrund în cei doi plămâni, iar după ce schimbul gazos s-a efectuat, capilarele se unesc

pentru a forma venele pulmonare. Acestea părăsesc plămânii şi duc sângele în atriul stâng. Arterele pulmonare sunt singurele artere care transportă sânge sărac în oxigen, iar venele pulmonare sunt singurele vene care transportă sânge bogat în oxigen.

În organism pot fi întâlnite şi alte sisteme circulatorii. De exemplu, **circulaţia cerebrală** este alcătuită din numeroase vase care pornesc din **poligonul lui Willis**, o structură alcătuită din arterele mari de la baza creierului. Arterele irigă creierul, continuându-se cu vene, care părăsesc creierul.

Un alt sistem circulator este **sistemul port hepatic**, care transportă sângele de la tractul gastrointestinal şi splină către ficat (Figura 15.11). Circulaţia hepato-portală are loc într-o singură direcţie. Scopul acesteia este să transporte nutrienţii la ficat, pentru prelucrare. Principalul vas al circulaţiei hepato-portale este **vena portă hepatică**, ce se formează în tractul gastrointestinal şi merge spre ficat. După ce trece prin ficat, sângele pleacă prin venele hepatice, care apoi se unesc cu vena cavă inferioară. Sângele din sistemul port-hepatic este sărac în oxigen, deoarece a deservit tractul gastrointestinal. Pentru a asigura nutriţia propriilor celule, ficatul primeşte sânge bogat în oxigen prin intermediul arterei hepatice, ramură a aortei.

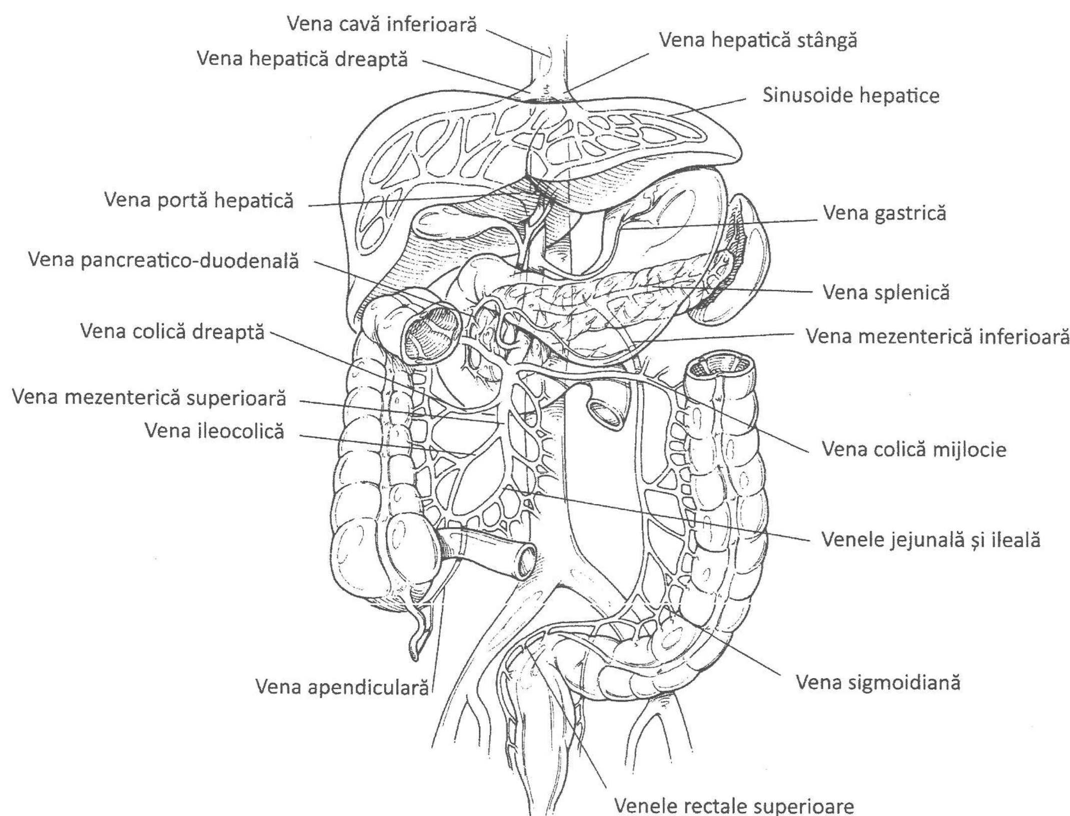


FIGURA 15.11 Sistemul port hepatic. Sistemul este alcătuit din vase sanguine care se formează în ţesuturile intestinale şi în jurul organelor digestive şi transportă sânge şi nutrienţi la ficat. Nutrienţii sunt procesaţi în ficat şi apoi eliberaţi prin vena hepatică, care îi transportă în circulaţia generală şi la celulele din ţesuturi.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

Secțiunea A *– Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale inimii și vasele sanguine.*

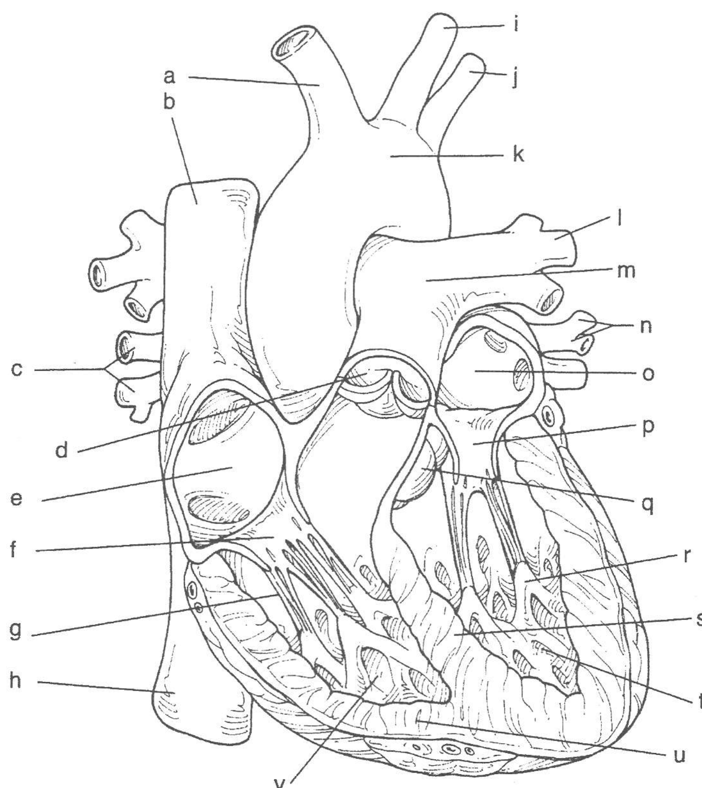
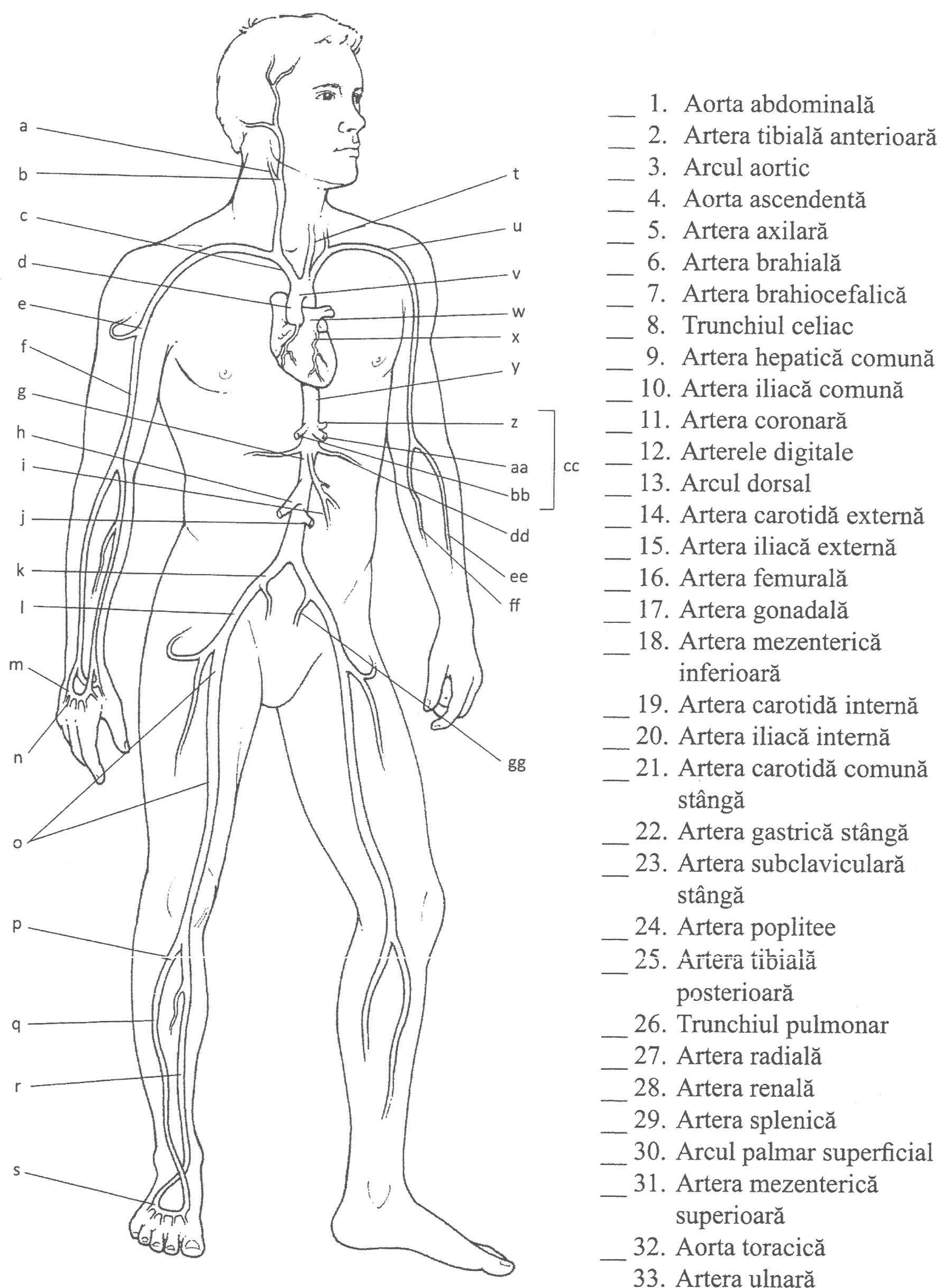


FIGURA 15.12

1. Arcul aortic
2. Valva aortică semilunară
3. Artera brahiocefalică
4. Coardele tendinoase
5. Vena cavă inferioară
6. Septul interventricular
7. Valva atrioventriculară stângă (bicuspidă)
8. Atriul stâng
9. Artera carotidă comună stângă
10. Artera pulmonară stângă
11. Venele pulmonare stângi
12. Artera subclaviculară stângă
13. Ventriculul stâng
14. Miocardul
15. Mușchiul papilar
16. Valva semilunară pulmonară
17. Trunchiul pulmonar
18. Valva atrioventriculară dreaptă (tricuspidă)
19. Atriul drept
20. Arterele pulmonare drepte
21. Ventriculul drept
22. Vena cavă superioară

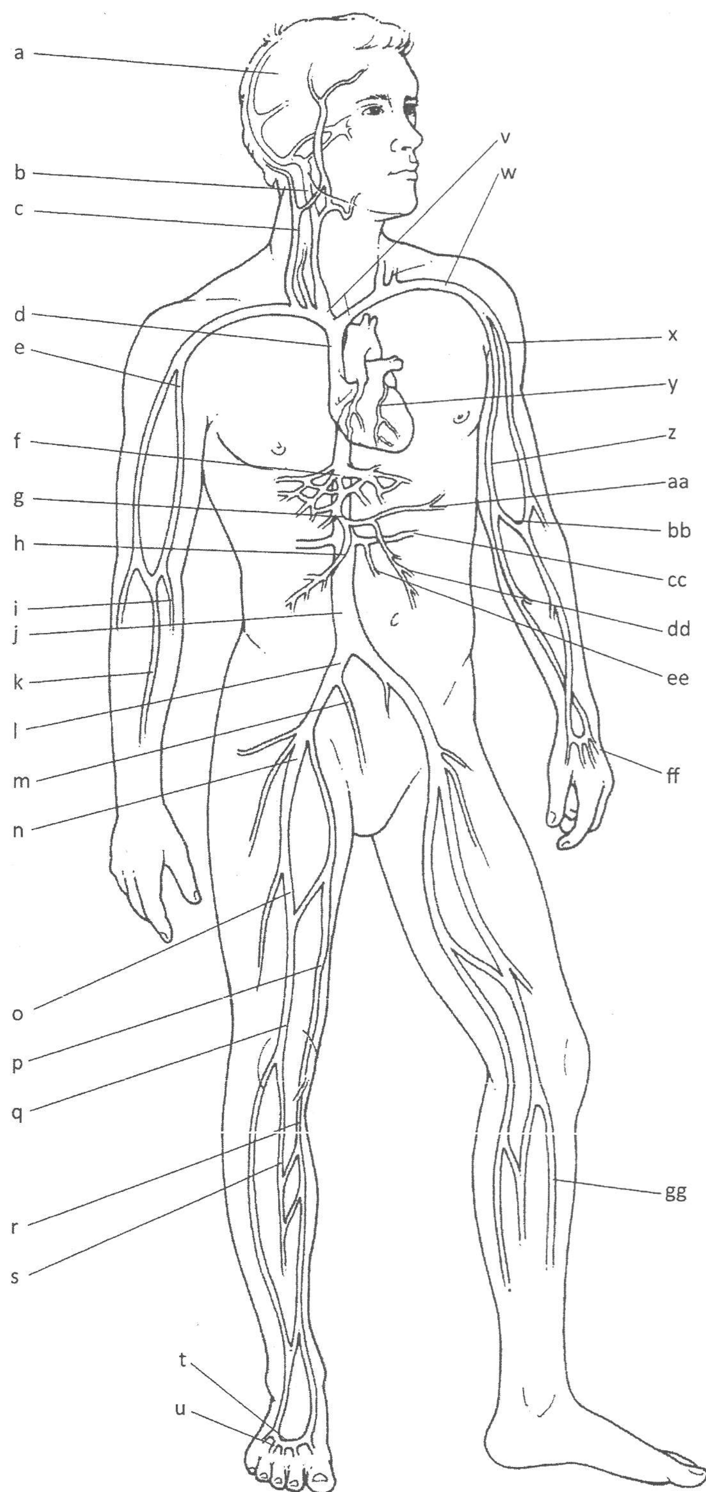
Identificați corect literele corespunzătoare arterelor principale.



__ 1. Aorta abdominală
__ 2. Artera tibială anterioară
__ 3. Arcul aortic
__ 4. Aorta ascendentă
__ 5. Artera axilară
__ 6. Artera brahială
__ 7. Artera brahiocefalică
__ 8. Trunchiul celiac
__ 9. Artera hepatică comună
__ 10. Artera iliacă comună
__ 11. Artera coronară
__ 12. Arterele digitale
__ 13. Arcul dorsal
__ 14. Artera carotidă externă
__ 15. Artera iliacă externă
__ 16. Artera femurală
__ 17. Artera gonadală
__ 18. Artera mezenterică inferioară
__ 19. Artera carotidă internă
__ 20. Artera iliacă internă
__ 21. Artera carotidă comună stângă
__ 22. Artera gastrică stângă
__ 23. Artera subclaviculară stângă
__ 24. Artera poplitee
__ 25. Artera tibială posterioară
__ 26. Trunchiul pulmonar
__ 27. Artera radială
__ 28. Artera renală
__ 29. Artera splenică
__ 30. Arcul palmar superficial
__ 31. Artera mezenterică superioară
__ 32. Aorta toracică
__ 33. Artera ulnară

FIGURA 15.13

Identificaţi corect literele corespunzătoare venelor principale.



__ 1. Vena tibială anterioară
__ 2. Vena axilară
__ 3. Vena bazilică
__ 4. Vena cefalică
__ 5. Vena iliacă comună
__ 6. Vena coronară
__ 7. Venele degetelor
__ 8. Venele dorsale ale degetelor
__ 9. Arcul venos dorsal
__ 10. Sinusurile durale
__ 11. Vena iliacă externă
__ 12. Vena jugulară externă
__ 13. Vena femurală
__ 14. Vena gonadală
__ 15. Vena safenă mare
__ 16. Vena portă hepatică
__ 17. Vena hepatică
__ 18. Vena mezenterică inferioară
__ 19. Vena cavă inferioară
__ 20. Vena iliacă internă
__ 21. Vena jugulară internă
__ 22. Vena cubitală mediană
__ 23. Vena peronieră
__ 24. Vena poplitee
__ 25. Vena tibială posterioară
__ 26. Vena radială
__ 27. Vena renală
__ 28. Venele brahiocefalice dreaptă şi stângă
__ 29. Vena splenică
__ 30. Vena subclavia
__ 31. Vena mezenterică superioară
__ 32. Vena cavă superioară
__ 33. Vena ulnară

FIGURA 15.14

Identificați corect literele corespunzătoare veselor sistemului port hepatic.

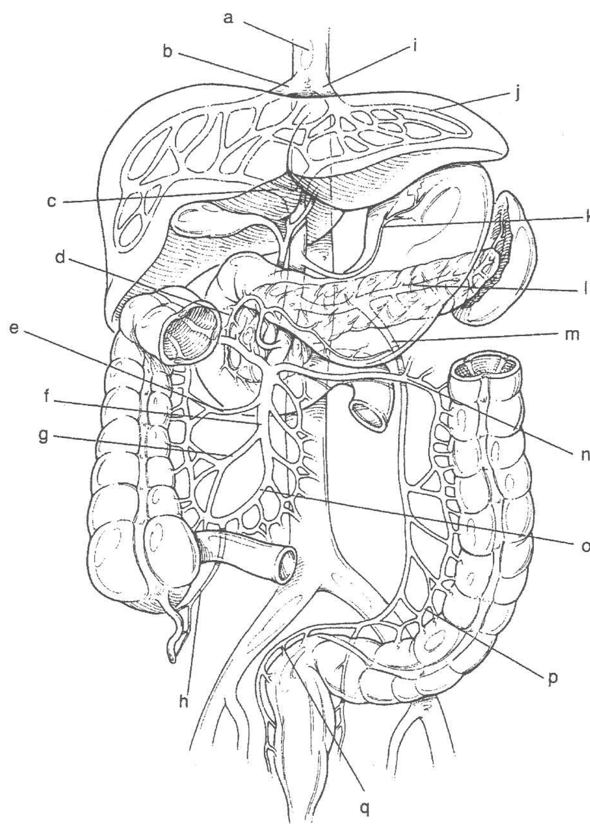


FIGURA 15.15

__ 1. Vena apendiculară
__ 2. Vena gastrică
__ 3. Vena portă hepatică
__ 4. Sinusoidele hepatice
__ 5. Vena ileocolică
__ 6. Vena mezenterică inferioară
__ 7. Vena cavă inferioară
__ 8. Venele jejunală şi ileală
__ 9. Vena hepatică stângă
__ 10. Vena colică mijlocie
__ 11. Vena pancreaticoduodenală
__ 12. Vena colică dreaptă
__ 13. Vena hepatică dreaptă
__ 14. Vena sigmoidiană
__ 15. Vena mezenterică superioară
__ 16. Venele rectale superioare
__ 17. Vena splenică

***Secțiunea B – Completare**: Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Inima este situată într-o zonă a toracelui numită__________.
2. Sacul dublu membranar care înconjoară inima se numește__________.
3. Inima are trei straturi de țesut; stratul mijlociu, cel mai gros, este numit __________.
4. Stratul inimii ce delimitează cavitățile și acoperă valvele cardiace este __________.
5. Cavitățile inimii sunt separate de un perete longitudinal numit __________.
6. Cavitățile de umplere ale inimii sunt __________.
7. Prelungirea plată, încrețită a atriului, care crește capacitatea atrială, este __________.
8. Cele două vene cave intră în atriul drept împreună cu o a treia venă, numită __________.
9. Cavitățile cu rol de pompă ale inimii sunt __________.
10. Sângele se întoarce la inimă din plămâni prin intermediul __________.
11. Artera mare care transportă sânge din ventriculul stâng spre organism este __________.
12. Vasele sanguine care transportă sângele de la inimă sunt __________.
13. Vasele sanguine care transportă sângele spre inimă sunt __________.
14. În partea dreaptă a inimii, valva dintre atriul drept și ventriculul drept este __________.
15. În partea stângă a inimii, valva bicuspidă are două cuspisuri, și este cunoscută sub numele de __________.
16. Cuspisurile valvelor cardiace sunt ancorate de peretele ventricular prin cordoane de țesut denumite __________.
17. Valvele situate la emergența aortei și a trunchiului pulmonar sunt denumite __________.
18. Arterele ce vascularizează inima sunt __________.
19. Obstrucția vaselor ce deservesc miocardul poate cauza un __________.
20. Celulele musculare cardiace sunt conectate între ele prin joncțiuni numite __________.

21. Nodul sinoatrial al inimii se găseşte în peretele __________.

22. Deoarece nodul sinoatrial determină ritmul activităţii cardiace, el este cunoscut sub numele de __________.

23. Fibrele musculare cardiace specializate din septul interventricular, care distribuie impulsurile nervoase spre ţesutul ventricular, sunt __________.

24. Al doilea nod principal al inimii primeşte impulsuri de la nodul sinoatrial şi este numit __________.

25. Complexul QRS de pe ECG reflectă activitatea electrică a __________.

26. Activitatea ritmică a inimii poate fi modificată de o parte a sistemului nervos denumită __________.

27. Contracţia inimii este cunoscută sub numele alternativ de __________.

28. Perioadele de relaxare ale inimii, când nu apar contracţii, sunt cunoscute ca __________.

29. În mod normal, inima bate în fiecare minut de aproximativ __________.

30. Zgomotele anormale ale inimii, de exemplu cele emise de valvele care nu funcţionează normal, sunt denumite __________.

31. Cele mai mici vase care transportă sânge la celule sunt __________.

32. Stratul intern al arterelor se numeşte __________.

33. Lumenul arterial poate fi îngustat prin__________.

34. Curgerea sângelui în patul capilar este controlată de un muşchi neted circular denumit __________.

35. Prin unirea capilarelor se formează un vas cunoscut sub numele de __________.

36. Frecvent, stratul intern al unei vene se pliază spre interior şi formează o __________.

37. Venele dilatate în care sângele se acumulează determină o afecţiune numită __________.

38. Presiunea sanguină poate fi măsurată cu un instrument numit __________.

39. O măsurătoare obişnuită a presiunii sanguine conţine două valori, dintre care prima este presiunea sistolică, iar a doua este __________.

40. Un puls rapid reflectă o frecvenţă cardiacă crescută, numită __________.

41. Un puls lent reflectă o frecvenţă cardiacă scăzută, numită __________.

42. Volumul sanguin din circulaţia unui adult este de aproximativ __________.

43. Centrul reglator din creier alcătuit dintr-un grup de neuroni simpatici, cu rol în menţinerea fluxului sanguin, este numit __________.

44. Neuronii din arterele gâtului şi ale toracelui ajută la reglarea fluxului sanguin şi sunt denumiţi __________.

45. Două exemple de substanţe chimice care afectează presiunea sanguină, producând vasoconstricţie, sunt epinefrina şi __________.

46. O cantitate insuficientă de oxigen şi nutrienţi la nivel celular poate cauza o afecţiune numită __________.

47. Singura arteră din organism care transportă sânge sărac în oxigen este __________.

48. Venele din organism care transportă sânge bogat în oxigen sunt __________.

49. Structura alcătuită din arterele de la baza creierului se numeşte __________.

50. Vena care transportă nutrienţi de la tractul gastrointestinal la ficat este __________.

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere*: Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii:*

1. Toate afirmaţiile care urmează se aplică inimii, *cu excepţia*
   A. este un organ cu formă conică
   B. cântăreşte mai puţin de jumătate de kilogram
   C. este un organ cavitar
   D. are aproximativ mărimea unui cap de om

2. Pericardul este un sac format din două foiţe care
   A. înconjoară inima
   B. se continuă cu aorta
   C. alcătuieşte valvele cardiace
   D. se găseşte în capilare

3. În inimă, cea mai mare parte a muşchiului se află în
   A. endocard
   B. epicard
   C. miocard
   D. pericard

4. Septul interventricular şi septul interatrial separă
   A. cavităţile inimii
   B. cavităţile pulmonare
   C. aorta şi artera pulmonară
   D. valvele bicuspidă şi tricuspidă

5. Sângele care se întoarce la inimă de la organe intră în
   A. atriul stâng prin aortă
   B. atriul drept prin venele cave
   C. ventriculul stâng prin artera pulmonară
   D. ventriculul drept prin vena pulmonară

6. Circulaţia sistemică se întinde
   A. de la inimă la plămâni
   B. de la inimă la arterele coronare
   C. de la inimă la organe şi ţesuturi
   D. de la tractul gastrointestinal la ficat

7. Singura venă din organism care transportă sânge bogat în oxigen este
   A. vena coronară
   B. vena hepatică portă
   C. vena pulmonară
   D. vena aortică

8. Toate arterele organismului curg
   A. spre ficat
   B. spre creier
   C. de la plămâni
   D. de la inimă

9. Valvele semilunare previn curgerea retrogradă a sângelui
   A. în atrii
   B. în ventricule
   C. în creier
   D. în ficat

10. Toate cele ce urmează se aplică valvei bicuspide, *cu excepţia*
   A. se mai numeşte valvă mitrală
   B. este o valvă semilunară
   C. se află în partea stângă a inimii
   D. previne întoarcerea sângelui în atriul stâng

11. Arterele care vascularizează ţesutul cardiac sunt
   A. arterele renale
   B. arterele miocardice
   C. arterele coronare
   D. venele cave

12. Un blocaj în arterele inimii ce cauzează moartea celulelor musculare cardiace este cunoscut ca
   A. o embolie
   B. un infarct
   C. un abces
   D. un trohanter

13. Discurile intercalare se află
    A. între partea dreaptă şi stângă a inimii
    B. între cuspisurile valvei tricuspide
    C. acolo unde aorta se uneşte cu artera pulmonară
    D. între celulele musculare cardiace

14. Care din următoarele afirmaţii se aplică nodului sinoatrial?
    A. este o masă de celule nervoase
    B. produce enzime importante
    C. generează impulsuri ritmice care contractă inima
    D. conţine valvele bicuspidă şi tricuspidă

15. Fasciculul His
    A. se află în aortă
    B. se continuă cu un grup de fibre Purkinje
    C. previne refluxul valvei mitrale
    D. este un grup de artere care alimentează inima

16. Controlul nervos al inimii poate fi exercitat de
    A. nervi din regiunea toracică a coloanei vertebrale
    B. nervii cranieni doi şi trei
    C. fibre ale sistemului somatic senzorial
    D. fibre ale sistemului nervos autonom

17. Aritmia este caracterizează prin
    A. contracţii cardiace rapide
    B. ritmuri cardiace neregulate
    C. prolaps de valvă mitrală
    D. disfuncţia valvei semilunare

18. Termenii sistolă şi diastolă se referă la
    A. zgomotele cardiace
    B. artera şi vena principală care merg de la, şi spre inimă
    C. contracţiile şi relaxările miocardului
    D. rata pulsului cardiac

19. Care dintre următoarele reprezintă fluxul sângelui de la inimă spre organe şi înapoi la inimă?
    A. venule → capilare → vene → artere
    B. artere → capilare → vene
    C. capilare → arteriole → artere → vene
    D. vene → artere → capilare

20. Termenul de vasoconstricţie se referă la
    A. creşterea în dimensiune a lumenului vasului de sânge
    B. scăderea în dimensiune a lumenului vasului de sânge
    C. transportul oxigenului şi al nutrienţilor la ţesuturile organismului
    D. transportul produşilor de metabolism la rinichi, pentru excreţie

21. Presiunea sanguină se măsoară cu un instrument numit
    A. electrocardiogramă
    B. electroencefalograf
    C. sfigmomanometru
    D. tomograf computerizat

22. Sângele care curge printr-o venă are tendinţa de a
    A. pulsa
    B. curge lin
    C. transporta oxigen la celulele organismului
    D. curge cu o viteză mai mare decât în artere

23. Valoarea pulsului, la un individ normal, este în medie în jur de
    A. 10 bătăi pe minut
    B. 40 bătăi pe minut
    C. 50 bătăi pe minut
    D. 70 bătăi pe minut

24. Toate cele ce urmează sunt implicate în reglarea fluxului sanguin, *cu excepţia*
    A. hormonului antidiuretic
    B. epinefrinei şi norepinefrinei
    C. chemoreceptorilor
    D. enzimelor din glandele salivare

25. Vena portă hepatică transportă sânge
    A. de la inimă la ficat
    B. de la ficat la splină
    C. de la tractul gastrointestinal la ficat
    D. de la ficat la tractul gastrointestinal

Secţiunea D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul* <u>*subliniat*</u> *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Inima este localizată aproximativ între a doua şi a cincea coastă şi <u>posterior</u> de coloana vertebrală.

2. Pericardul este un sac format din două foiţe (membrane); foiţa externă este pericardul <u>visceral</u>.

3. Tunica cea mai importantă a inimii este stratul muscular, cunoscut sub numele de <u>endocard</u>.

4. Cele două cavităţi inferioare ale inimii sunt <u>atriile</u>.

5. Sângele se întoarce din organism prin intermediul venelor cave superioară şi inferioară, care se golesc în atriul <u>stâng</u>.

6. Sângele care se întoarce de la muşchiul cardiac intră în sinusul <u>ventricular</u>.

7. Sângele merge spre plămâni după ce părăsește ventriculul drept.
8. Aorta, cea mai mare arteră din organism, primește sânge din ventriculul drept.
9. Valva tricuspidă se află între atriul stâng și ventriculul stâng.
10. Valvele situate la emergența arterei pulmonare și a aortei se numesc valve semilunare.
11. Valvele atrioventriculare previn refluxul sângelui spre ventricule.
12. Celulele din mușchiul cardiac care mor pot forma un blocaj cunoscut ca tromboză coronariană.
13. Impulsurile de contracție a miocardului sunt generate inițial la nivelul nodului atrioventricular.
14. Fibrele Purkinje se ramifică din fasciculul His și conduc impulsurile spre ventricule.
15. Unda P de pe ECG reprezintă contracția ventriculelor.
16. Afecțiunea în care inima se contractă repede și neregulat se numește aritmie.
17. Perioada de relaxare dintre contracțiile ventriculare este denumită sistolă.
18. Inima bate de aproximativ 70-75 de ori în fiecare secundă.
19. Un suflu cardiac este de obicei datorat zgomotelor cardiace neobișnuite care apar datorită activității inadecvate a miocardului.
20. Cele mai mici vase din organism sunt cunoscute sub numele de venule.
21. Îngustarea lumenului arterial se numește vasodilatație.
22. Afecțiunea denumită vene varicoase se datorează de obicei activității inadecvate a sfincterelor venoase.
23. O frecvență a pulsului mai mare decât normal reflectă o tulburare numită tahicardie.
24. Corpii carotidieni și aortici conțin neuroni numiți baroreceptori, care ajută la reglarea presiunii arteriale.
25. Singura arteră care transportă sânge bogat în dioxid de carbon este artera pulmonară.

Secțiunea E – Studiu de caz

Stenson a avut un accident de mașină și a pierdut mult sânge. Când a ajuns la spital, la urgență, pulsul său era slab și rapid. Din punct de vedere al debitului cardiac, explicați de ce pulsul său ar fi greu de detectat și foarte rapid în același timp.

RĂSPUNSURI

Secţiunea A

Figura 15.12

1. k
2. q
3. a
4. g
5. h
6. s
7. p
8. o
9. i
10. l
11. n
12. j
13. t
14. u
15. r
16. d
17. m
18. f
19. e
20. c
21. v
22. b

Figura 15.13

1. g
2. q
3. v
4. d
5. e
6. f
7. c
8. cc
9. bb
10. k
11. x
12. n
13. s
14. b
15. l
16. o
17. h
18. j
19. a
20. gg
21. t
22. z
23. u
24. p
25. r
26. w
27. ee
28. dd
29. aa
30. m
31. i
32. y
33. ff

Figura 15.14

1. s
2. e
3. z
4. x
5. l
6. y
7. ff
8. u
9. t
10. a
11. n
12. c
13. o
14. ee
15. p
16. g
17. f
18. dd
19. j
20. m
21. b
22. bb
23. gg
24. q
25. r
26. k
27. cc
28. v
29. aa
30. w
31. h
32. d
33. i

Figura 15.15

1. h
2. k
3. c
4. j
5. g
6. m
7. a
8. o
9. i
10. n
11. d
12. e
13. b
14. p
15. f
16. q
17. l

Secţiunea B – Completare

1. mediastin
2. pericard
3. miocard
4. endocardul
5. sept cardiac
6. atriile
7. auricula
8. sinusul coronar
9. ventriculele
10. venelor pulmonare
11. aorta
12. arterele
13. venele
14. valva tricuspidă
15. valvă mitrală
16. cordaje tendinoase
17. valve semilunare
18. arterele coronare
19. infarct miocardic
20. discuri intercalare
21. atriului drept
22. stimulator cardiac
23. fibrele Purkinje
24. nodul atrioventricular
25. ventriculelor
26. sistemul nervos autonom
27. sistolă
28. diastolă
29. 70-75 de ori
30. sufluri
31. capilarele
32. endoteliu (tunica internă)
33. vasoconstricţie
34. sfincter precapilar
35. venulă
36. valvă
37. vene varicoase
38. sfigmomanometru
39. presiunea diastolică
40. tahicardie
41. bradicardie
42. 5 litri
43. centrul vasomotor
44. baroreceptori
45. norepinefrina
46. şoc
47. artera pulmonară
48. venele pulmonare
49. poligonul lui Willis
50. vena portă hepatică

Secţiunea C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. D
2. A
3. C
4. A
5. B
6. C
7. C
8. D
9. B
10. B
11. C
12. B
13. D
14. C
15. B
16. D
17. B
18. C
19. B
20. B
21. C
22. B
23. D
24. D
25. C

Secțiunea D – Adevărat/Fals

1. anterior
2. parietal
3. miocard
4. ventriculele
5. drept
6. coronar
7. A
8. stâng
9. bicuspidă (mitrală)
10. A
11. atrii
12. infarct miocardic
13. sinoatrial
14. A
15. atriilor
16. fibrilaţie
17. diastolă
18. minut
19. valvelor
20. capilare
21. vasoconstricţie
22. valvelor
23. A
24. chemoreceptori
25. A

Secţiunea C – Studiu de caz

Pierderea de sânge l-a făcut pe Stenton să aibă un volum sanguin scăzut. În condiţiile unei presiuni arteriale scăzute datorită volumului sanguin scăzut, pentru a menţine un debit cardiac adecvat, inima sa bate mai repede. Volumul sanguin scăzut face ca pulsul său să fie slab şi greu de detectat.

16



Sistemul limfatic și imun

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă sistemul limfatic şi sistemul imun. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- rezumați funcțiile sistemului limfatic;
- asociați anatomia vaselor limfatice cu funcția lor;
- caracterizați limfa;
- faceți legătura între morfologia celulelor limfoide și funcția lor;
- descrieți nodulii limfatici, amigdalele, timusul şi splina;
- explicați dezvoltarea sistemului imun şi a răspunsului imun;
- deosebiți imunitatea mediată celular de cea mediată prin anticorpi;
- caracterizați antigenele şi autoantigenele;
- deosebiți între ele limfocitele T şi limfocitele B din punct de vedere al rolului pe care îl au în organism;
- rezumați selecția clonală a limfocitelor B;
- deosebiți clasele de anticorpi;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Sistemul limfatic: vasele şi nodulii limfatici
- Timusul
- Splina
- Limfa
- Sistemul imun: dezvoltare şi antigene
- Răspunsul imun: imunitatea mediată celular şi cea mediată prin anticorpi
- Întrebări recapitulative

Sistemul limfatic, în mod similar sistemului cardiovascular, asigură nutrienţi celulelor din ţesuturi precum şi îndepărtarea reziduurilor metabolice de la nivelul acestora. Spre deosebire de sistemul cardiovascular, sistemul limfatic este unidirecţional, adică se formează în ţesuturi şi se extinde spre inimă. Vasele şi organele sistemului limfatic reintegrează limfa din ţesuturi,în circulaţia sanguină, pentru a fi reutilizată.

Sistemul imun este în strânsă legătură cu sistemul limfatic, acesta din urmă fiind responsabil de apărarea specifică a organismului împotriva microorganismelor şi a moleculelor străine.

Sistemul imun funcţionează prin intermediul celulelor sistemului limfatic; produşii sistemului imun sunt de obicei transportaţi în vasele limfatice şi în sânge.

SISTEMUL LIMFATIC

Sistemul limfatic este alcătuit din limfă, vasele limfatice şi ţesuturile limfoide. Funcţia sistemului limfatic presupune întoarcerea limfei din spaţiile intercelulare, în sistemul circulator (Figura 16.1).

VASELE LIMFATICE

Vasele limfatice sunt structuri cu pereţi subţiri, răspândite în întreg organismul. Ele iau naştere ca o reţea tubulară la nivelul ţesuturilor şi sunt mai numeroase în tegumente, în special în derm.Vasele microscopice care alcătuiesc reţeaua se numesc **capilare limfatice**. Acestea au un strat endotelial şi, din acest punct de vedere, seamănă cu capilarele sanguine. Totuşi ele sunt mai permeabile decât capilarele sanguine şi astfel pot drena fluidul interstiţial din ţesuturi. Acest fluid se numeşte **limfă**.

Capilarele limfatice transportă limfa din ţesuturi în vase limfatice mai mari. Vasele limfatice la rândul lor se unesc pentru a forma vase şi mai mari, care în final formează **ductul toracic**, cel mai mare vas limfatic din organism. Ductul toracic se formează în cavitatea abdominală şi are traseu ascendent în torace, anterior faţă de vertebre şi dorsal faţă de esofag. Pe măsură ce se apropie de gât, ductul toracic se curbează spre stânga şi îşi goleşte conţinutul în vena subclaviculară stângă. Ductul toracic drenează toată zona subdiafragmatică şi jumătatea stângă supradiafragmatică a organismului.

Jumătatea dreaptă supradiafragmatică este drenată de un alt vas mare, numit **ductul limfatic drept** (Figura 16.2). Acest duct se uneşte cu vena subclaviculară dreaptă la baza acesteia şi îşi goleşte conţinutul în sistemul cardiovascular. Deoarece atât ductul toracic cât şi ductul limfatic drept înapoiază fluide din ţesuturi în sistemul cardiovascular, în sistemul limfatic fluidul curge doar într-o singură direcţie.

Vasele limfatice au numeroase valve. Valvele favorizează curgerea limfei într-o singură direcţie şi acţionează asemănător valvelor venoase (Capitolul 15). În vasele limfatice, mişcare fluidului este ajutată de presiunea exercitată de musculatura scheletică contractilă asupra pereţilor vaselor. Vasele limfatice sunt adaptate pentru îndepărtarea moleculelor mari, în special a proteinelor.

DE REŢINUT
Limfa curge unidirecţional, de la ţesuri la inimă.

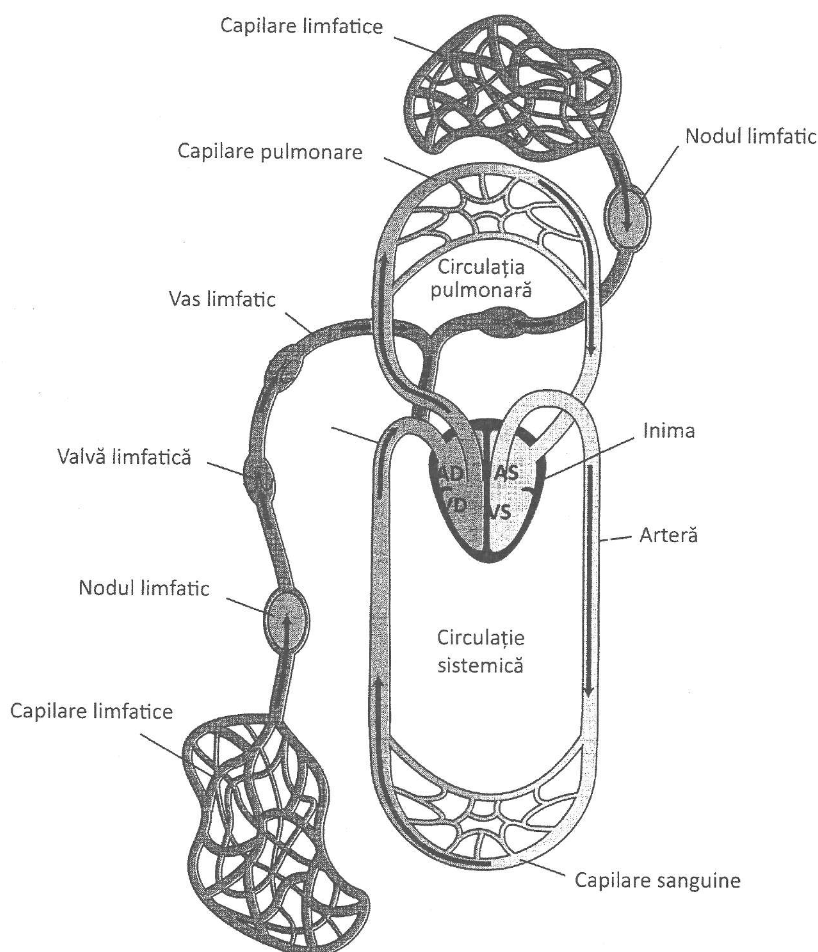


FIGURA 16.1 Sistemul limfatic şi legătura sa cu sistemul circulator. Fluidele trec din sistemul circulator în ţesuturi şi, în timp ce, cea mai mare parte a sa se reîntoarce în sistemul circulator, o fracţiune mai mică pătrunde şi în capilarele limfatice, şi se întoarce în circulaţie pe această cale. Sistemul limfatic este, aşadar, unidirecţional.

NODULII LIMFATICI

Înainte ca limfa să intre în circulaţie, ea trece prin **nodulii limfatici**, mase de ţesut delimitate de o capsulă (Tabelul 16.1). Nodulii limfatici asigură filtrarea limfei înainte ca aceasta să se întoarcă în circulaţia sanguină. Nodulii limfatici sunt dispuşi de-a lungul căilor limfatice mari şi servesc drept filtre pentru limfă. Vasele care intră în nodulii limfatici se numesc **vase limfatice aferente**, iar vasele care părăsesc nodulii limfatici se numesc **vase limfatice eferente** (Figura 16.3). Nodulii limfatici mai conţin două tipuri de celule, numite **limfocite T** şi **limfocite B**. Aceste celule stau la baza sistemului imun al organismului. Cele două regiuni distincte ale nodulului limfatic sunt regiunea corticală şi cea medulară. **Cortexul**, regiunea externă, conţine grupuri de limfocite organizate în foliculi. În centrul foliculilor se află zone numite centri germinali. Celulele care predomină în această zonă sunt limfocitele B, iar restul celulelor corticale sunt limfocite T.

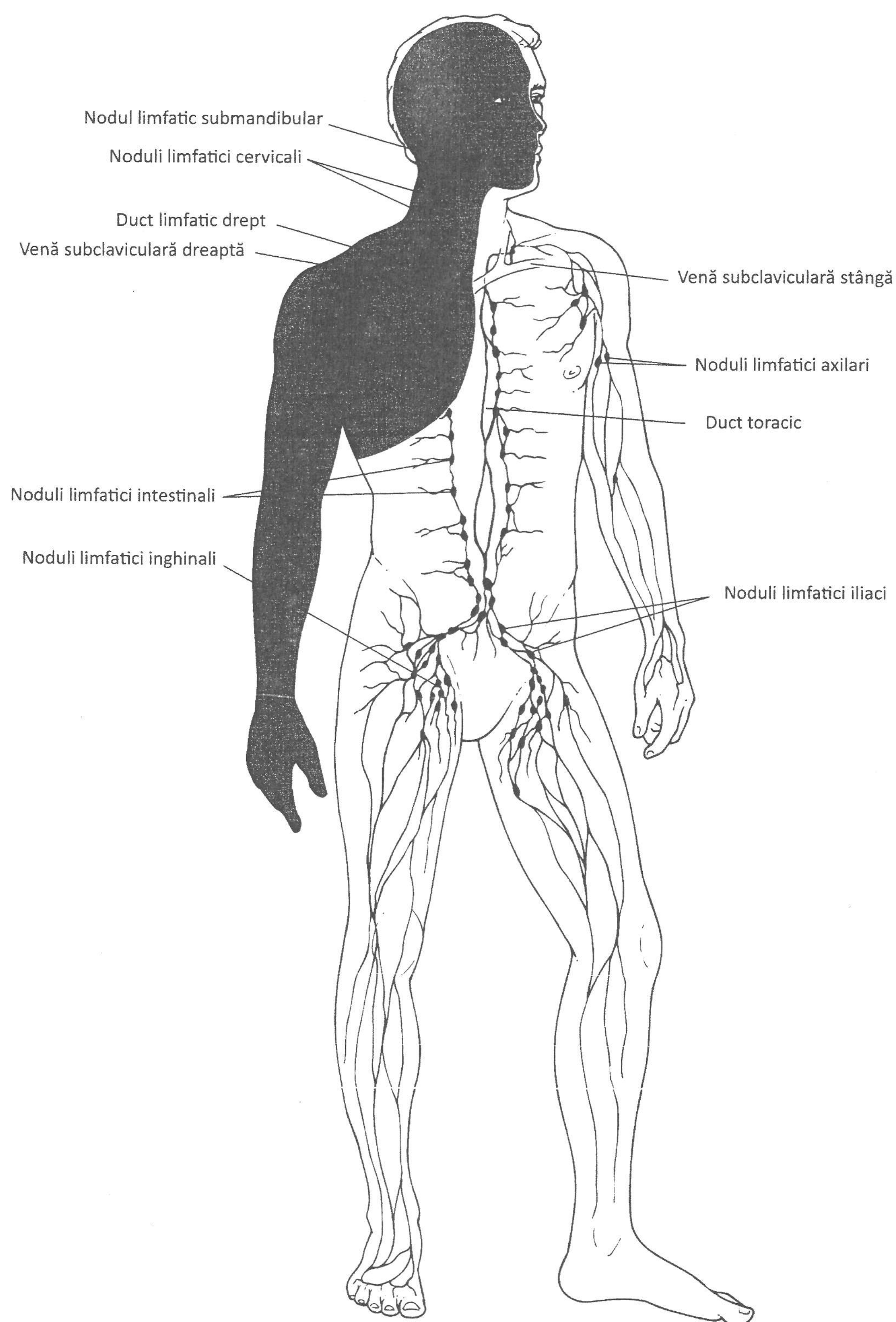


FIGURA 16.2 Sistemul limfatic uman este alcătuit din vase limfatice şi noduli limfatici, distribuiţi în tot organismul, după cum este ilustrat. Zona întunecată este aria drenată de ductul limfatic drept, iar zona necolorată este cea drenată de ductul toracic.

Extensii ale capsulei împart nodulul limfatic în **lobuli** mai mici. În interiorul lobulilor, țesutul conjunctiv, reprezentat de **fibrele de reticulină**, susțin principalele celule ale nodulului limfatic, limfocitele B şi T. Spațiile libere din lobulii limfatici, numite **sinusuri limfatice**, sunt zone prin care circulă limfa şi care conțin puține celule. În cortexul nodulului limfatic limfocitele sunt dispuse dens, iar în regiunea centrală, numită **medulară**, ele sunt dispuse mai rar (zona conține mai puține limfocite).

TABELUL 16.1 PRINCIPALELE ORGANE ALE SISTEMULUI LIMFATIC

Organ	Funcție principală
Vase limfatice	Transportă limfa de la țesuturile periferice la venele sistemului cardiovascular
Noduli limfatici	Monitorizează compoziția limfei; locul celulelor care înglobează agenții patogeni; răspuns imun
Splină	Monitorizează sângele circulant; locul celulelor care înglobează agenți patogeni; locul celulelor care reglează răspunsul imun
Timus	Controlează dezvoltarea și maturarea limfocitelor T

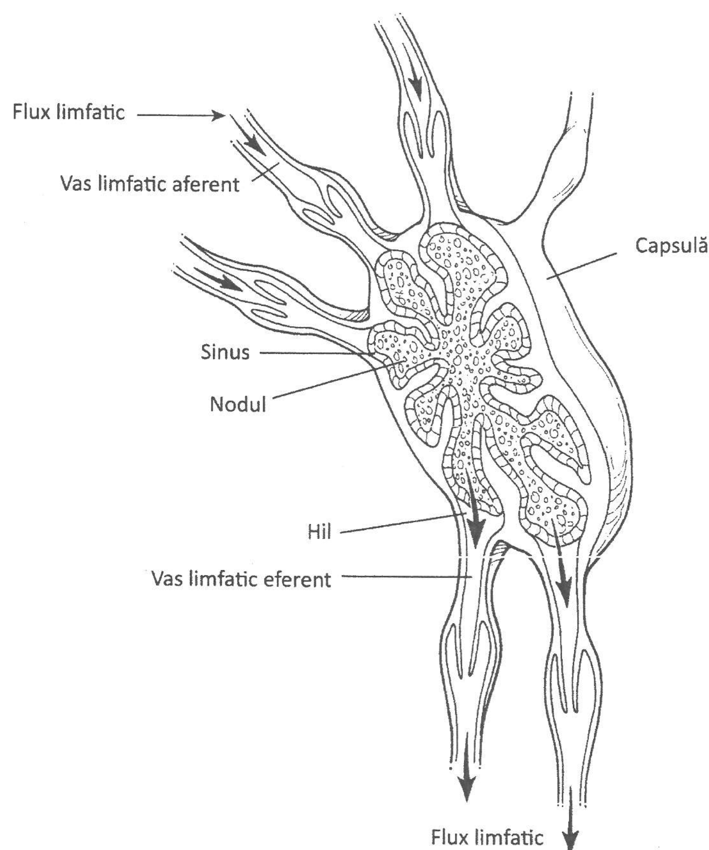


FIGURA 16.3 Structura nodulului limfatic în secțiune transversală. Sunt indicate structurile cele mai importante.

Nodulii limfatici sunt prezenţi peste tot în organism. Se găsesc în principal în ţesuturile de la nivelul gâtului (noduli limfatici cervicali); la nivel inghinal (noduli limfatici inghinali); în plica cotului (în fosa cubitală); şi în spatele genunchiului (în fosa poplitee). Nodulii limfatici se găsesc şi în axilă (noduli limfatici axilari) şi în mediastin (regiunea toracică dintre cei doi plămâni). Ei se află şi de-a lungul marilor vase de sânge din cavitatea abdominală şi alte zone ale corpului.

DE REŢINUT
Vasele limfatice aferente aduc limfa în nodulul limfatic. Vasele eferente drenează nodulul limfatic.

Amigdalele sunt agregate de ţesut limfoid localizate sub epiteliul ce căptuşeşte cavitatea bucală şi faringele. Termenul „amigdală" se referă de obicei la **amigdalele palatine**, localizate sub osul palatin. Alte amigdale includ **amigdalele faringiene** (numite şi **adenoide**), situate în partea superioară a faringelui (Capitolul 17), şi **amigdalele linguale**, care se află în ţesutul limbii (Figura 16.4). Aglomerări de ţesut limfoid se pot găsi şi în peretele tractului intestinal, în special în ileon. Aceste structuri sunt denumite **plăcile lui Peyer**.

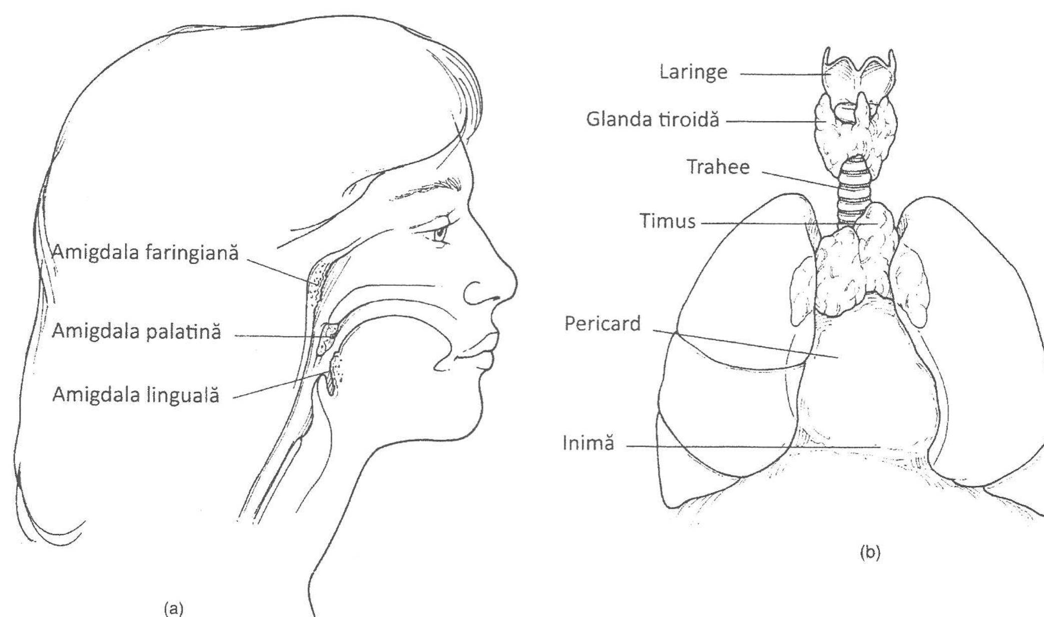


FIGURA 16.4 Structurile sistemului limfatic. (a) Localizarea amigdalelor în faringe. (b) Poziţia timusului în porţiunea superioară a toracelui.

TIMUSUL

Datorită structurii sale, **timusul** este considerat un organ al sistemului limfatic. Timusul este localizat în porţiunea superioară a toracelui, în mediastin, între plămâni şi dorsal faţă de stern. În timpul dezvoltării fetale, timusul este un organ relativ mare, bilobat. După vârsta de un an, timusul începe să se atrofieze, iar la sfârşitul pubertăţii devine un organ foarte mic.

Timusul este împărţit în lobuli, care conţin celule de suport şi limfocite T, numite astfel deoarece limfocitele T primitive sunt modificate în acest organ şi se transformă în

limfocite T mature. Majoritatea limfocitelor T migrează în nodulii limfatici. Structura timusului este similară cu cea a splinei şi a nodulilor limfatici, fiind format din numeroşi lobuli şi elemente limfoide situate în corticală şi medulară.

Timusul este considerat o glandă, deoarece produce şi secretă hormoni numiţi timozine (Capitolul 13). Aceşti hormoni contribuie la maturarea limfocitelor T.

SPLINA

Splina este un organ limfoid, deoarece funcţiile sale sunt similare cu cele ale sistemului limfatic, ea conţinând celule limfoide. Splina este localizată subdiafragmatic, în porţiunea superioară stângă a cavităţii abdominale.

Forma splinei este determinată de structurile cu care intră în contact. Splina este convexă la contactul ei cu diafragmul şi concavă în trei zone: la contactul cu rinichiul stâng, stomacul şi intestinul gros. Aria în care vasele mari intră şi ies din splină se numeşte **hil**.

> **DE REȚINUT**
> Componentele eritrocitelor îmbătrânite sunt reciclate în splină și ficat.

Ca şi nodulii limfatici, splina este delimitată de o capsulă de ţesut conjunctiv, care se extinde spre interior şi divide organul în numeroase regiuni mai mici, numite lobuli, alcătuiţi din celule şi vase sanguine mici. Limfocitele sunt dispuse dens în cortex şi mai puţin dens în medulară. Sângele intră în splină prin intermediul **arterei splenice** (Figura 16.5).

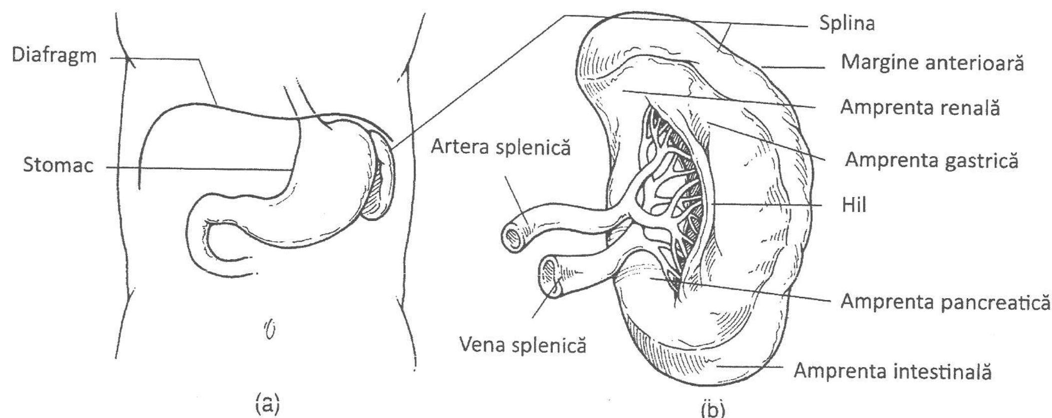


FIGURA 16.5 Detaliile splinei. (a) Splina este situată în partea superioară stângă a cavităţii abdominale. (b) Câteva elemente anatomice ale splinei.

Splina are câteva funcţii importante: este un rezervor de limfocite pentru organism, filtrează sângele, este importantă pentru metabolismul globulelor roşii şi al fierului (macrofagele splenice fagocitează globulele roşii îmbătrânite sau distruse), reciclează fierul şi îl trimite la ficat, serveşte drept depozit de sânge şi conţine limfocite B şi T pentru răspunsul imun.

LIMFA

Fluidul vehiculat prin vasele limfatice se numeşte **limfă**. Limfa derivă din sânge. Este alcătuită din fluidul ce trece forţat prin pereții semipermeabili ai capilarelor, sub acţiunea presiunii exercitate de inimă. Fluidul care se acumulează în spaţiile tisulare conţine substanţe eliberate de celule. Proteinele din acest fluid sunt în general incapabile să treacă înapoi în capilare, şi rămân în concentraţie crescută în limfă. În plus, nici microorganismele prezente nu vor putea trece cu uşurinţă în capilare, rămânând astfel în limfă.

Fluidul tisular care intră într-un vas limfatic învecinat constituie limfa. Limfa trece prin nodulii limfatici, iar limfocitele şi monocitele pătrund în limfă la acest nivel. Acest amestec de fluid şi celule filtrate se va reîntoarce în circulaţie.

La nivelul tractului gastrointestinal, limfa are consistenţă lăptoasă. Când grăsimile sunt digerate în sistemul digestiv (Capitolul 18), produşii rezultaţi sunt acizii graşi, glicerolul şi alte componente. În timp ce alte molecule trec în capilare, grăsimile sunt reconstituite şi trec în vasele limfatice ale peretelui intestinal. Aceste vase limfatice sunt denumite **capilare limfatice**. Datorită compoziției bogate în lipide (grăsimi) şi deoarece acestea au o consistenţă lăptoasă, şi limfa va avea un aspect lăptos.

O acumulare a lichidului interstiţial în spaţiile intercelulare se numeşte **edem**. Edemul apare dacă vasele limfatice sunt blocate, de exemplu într-o infecţie. Edemul apare şi dacă mişcarea sângelui în vene este încetinită sau dacă sângele se acumulează în vene. Trecerea proteinelor în spaţiile intercelulare, aşa cum se întâmplă în timpul inflamaţiei, este o altă cauză posibilă a edemului. Proteinele atrag apa din vase prin osmoză, iar apa contribuie la tumefiere. Tumefierea va dispărea pe măsură ce lichidul interstiţial acumulat este drenat de limfă.

SISTEMUL IMUN

Sistemul imun asigură rezistenţa specifică a organismului în timpul bolilor. Este alcătuit dintr-o serie de celule, factori chimici şi procese în care limfocitele răspund şi elimină agenţii străini sau substanţele denumite antigene. Eliminarea se face prin distrugerea antigenelor, frecvent însoţită de apariția unor molecule proteice specializate, numite anticorpi.

DEZVOLTAREA SISTEMULUI IMUN

Sistemul imun se dezvoltă în timpul lunii a treia după concepţie. În această perioadă a dezvoltării fetale, în măduva osoasă apar celule primitive numite **celule stem** (Capitolul 14). Anumite celule stem formează precursorii sistemului imun, numiţi **celule limfopoetice**.

Celulele limfopoetice urmează una dintre cele două posibilităţi de dezvoltare. Anumite celule limfopoetice trec prin timus, unde sunt maturate şi formează limfocitele T sau celulele T (iniţiala „T" provine de la timus). În cursul procesului de maturare limfocitele achiziţionează (primesc) pe suprafaţa lor molecule de receptori. Limfocitele T

migrează în circulaţie şi se acumulează în ţesuturi limfoide, precum splina, amigdalele şi nodulii limfatici, de unde controlează sistemul imun.

Restul sistemului imun se dezvoltă de asemenea din celulele limfopoetice. Anumite celule devin limfocite B. La embrionii de pui, limfocitele B sunt maturate în bursa lui Fabricius (de aici numele de limfocite B; iniţiala „B" provine de la bursă).

DE REŢINUT
Limfocitele T controlează sistemul imun, care include şi limfocitele B; acestea din urmă sintetizează anticorpi.

Organele umane corespunzătoare bursei lui Fabricius sunt măduva osoasă, ficatul şi nodulii limfatici din tractul gastrointestinal (Figura 16.6). În timpul formării, limfocitele B sintetizează anticorpi şi îi poziţionează pe suprafaţa membranelor lor celulare. Aceşti anticorpi vor funcţiona mai târziu ca receptori şi vor reacţiona cu substanţele străine în timpul răspunsului imun.

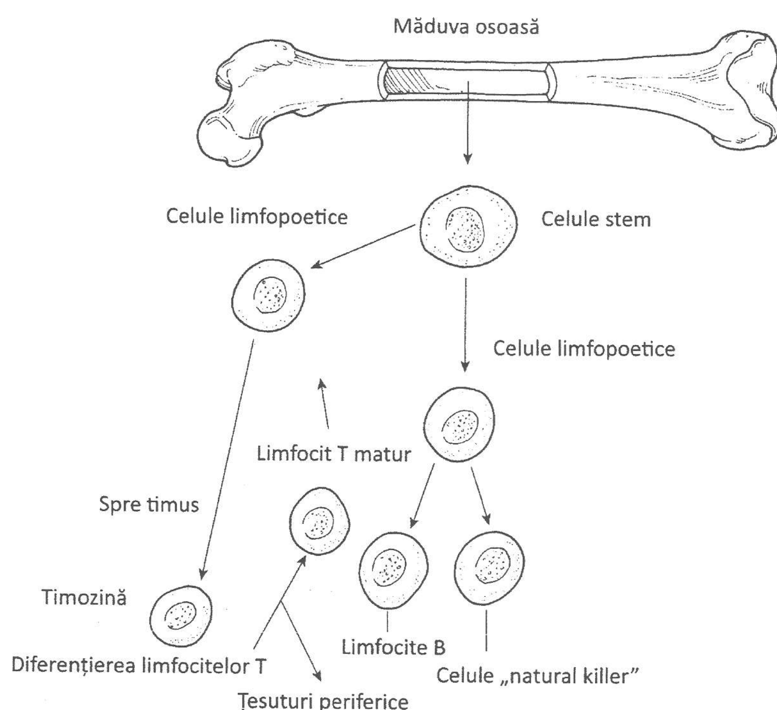


FIGURA 16.6 Originea sistemului imun. Celulele stem (hemocitoblaşti) din măduva osoasă dau naştere celulelor limfopoetice, care pot urma două căi. Unele trec prin timus şi sunt modificate pentru a forma limfocitele T. Anumite limfocite T mature se întorc în măduva osoasă şi participă la reacţia imună, însă majoritatea se acumulează în ţesuturile periferice. Alte celule limfopoetice sunt modificate pentru a forma limfocitele B şi celulele „natural killer". Limfocitele B migrează şi ele în ţesuturile periferice, unde se alătură limfocitelor T. Nodulii limfatici şi splina sunt principalele depozite de limfocite T şi B.

Când sistemul imun devine funcţional, la aproximativ şase luni după naştere, limfocitele B şi limfocitele T îndeplinesc un rol central în organizarea şi funcţionarea sistemului imun. Prin poziţia strategică pe care o ocupă la nivelul nodulilor limfatici, dar şi în alte organe limfoide, limfocitele T şi B vin în contact cu microorganismele care populează sistemele corpului uman.

ANTIGENELE

Limfocitele B şi T pot fi stimulate de molecule specifice, numite **antigene**, care frecvent sunt componentele de suprafaţă ale microorganismelor. Un antigen este o substanţă, de obicei o proteină mare sau un polizaharid, care stimulează sistemul imun. Poate fi parte a unui virus, a flagelului bacterian, a unui spor de mucegai sau o substanţă chimică, de exemplu o macromoleculă citoplasmatică. Lista antigenelor este foarte variată şi include peste un milion de antigene posibile.

În mod normal, proteinele şi polizaharidele proprii ale unei persoane, nu declanşează un răspuns imun, deoarece sunt recunoscute ca **proprii** organismului. Toate celulele organismului prezintă pe suprafaţă molecule proteice denumite **CMH** (Complex Major de Histocompatibilitate). Acestea sunt unice pentru un individ şi sunt recunoscute ca antigene proprii. Există două clase de molecule ale CMH. Moleculele CMH clasa I se găsesc pe suprafaţa tuturor celulelor organismului, în timp ce moleculele CMH clasa II, se găsesc doar la nivelul celulelor sistemului imun. Înainte de naştere, orice celulă a sistemului imun care ar putea ataca antigenele proprii ale CMH este distrusă. Rămân astfel doar acele celule ale sistemului imun, care sunt capabile să recunoască şi să atace antigenele străine organismului, ştiind să diferenţieze antigenele proprii (ale CMH) de orice tip de antigene străine. Astfel, individul devine tolerant la antigenele proprii („self") şi va răspunde doar la antigenele interpretate ca **non proprii** sau „străine". Blocarea celulelor sensibile la antigenele proprii trebuie să continue toată viaţa pentru ca toleranţa faţă de structurile proprii să se menţină.

Antigenele pătrund în corp printr-o varietate de porţi de intrare, incluzând mici soluţii de continuitate (discontinuităţi) în membrana mucoasei tractului respirator, soluţii de continuitate ale pielii, ca de exemplu în cazul unei răni. O astfel de leziune poate fi cauzată de muşcătura unui artropod (ţânţar, căpuşă, etc.).

RĂSPUNSUL IMUN

Sistemul imun ajunge la maturitate la un an după naştere şi continuă să funcţioneze până la moarte. Pentru a iniţia procesul imun, organismele sau moleculele străine sunt atacate de celulele fagocitare, care sunt, de exemplu, globulele albe specializate în înglobarea şi distrugerea materialelor străine. Cele mai importante celule fagocitare sunt însă **macrofagele**, care sunt celule de talie mare şi formă neregulată (Tabelul 16.2).

Macrofagele iniţiază răspunsul imun, prin înglobarea şi digerarea microorganismelor în procesul de fagocitoză. Ele au pe suprafaţa lor molecule ale CMH clasa I, ceea ce le identifică drept celule proprii organismului, dar şi molecule ale CMH clasa II. Antigenele microorganismelor fagocitate vor fi legate de moleculele CMH clasa II, pentru a fi recunoscute de limfocite şi a le stimula să producă anticorpi. Macrofagele pleacă apoi spre vasele limfatice şi ţesutul limfoid.

TABELUL 16.2 MACROFAGELE DIN DIFERITE ȚESUTURI

Numele macrofagului	Țesutul
Macrofag alveolar	Plămâni
Histiocit	Țesut conjunctiv
Celulă Kupffer	Ficat
Microglie	Țesut nervos
Osteoclast	Os
Celula din peretele sinusoidelor	Splină

Când macrofagul intră în nodulul limfatic, întâlneşte un limfocit T, numit **limfocit T helper** (numit de asemenea celulă T4). Când cele două celule se întâlnesc, antigenele străine şi antigenele CMH de pe suprafaţa macrofagului reacţionează cu receptorii de pe suprafaţa limfocitului T helper. Această reacţie activează limfocitele T helper, care vor produce şi elibera o serie de proteine înalt reactive, numite **limfokine**.

Limfokinele stimulează fie limfocitul B, fie limfocitul T, în funcţie de natura antigenului care a iniţiat procesul. Prin urmare, în acest punct, sistemul imun se divide în cele două ramuri funcţionale principale. O ramură este dominată de limfocitele T, iar imunitatea care se dezvoltă este denumită **imunitate mediată celular**. A doua ramură este dominată de limfocitele B, iar imunitatea care se dezvoltă este denumită **imunitate mediată prin anticorpi**.

IMUNITATEA MEDIATĂ CELULAR

Imunitatea mediată celular (IMC) este numită astfel deoarece apărarea realizată prin această ramură a sistemului imun implică o interacţiune directă între celulele organismului şi microorganismele sau moleculele străine. Limfokinele eliberate de limfocitele T helper încep procesul de IMC prin stimularea multiplicării rapide a altor limfocite T, numite **limfocite T citotoxice**. Limfocitele T citotoxice intră în sistemul circulator şi caută celule care au antigene străine (Figura 16.7).

DE REȚINUT
Moleculele CMH prezintă antigenele pentru a stimula specific limfocitele T și B în cursul răspunsului imun.

Majoritatea celulelor infectate cu fungi, protozoare, anumite virusuri sau bacterii, pot fi ţinte ale limfocitelor T citotoxice. Limfocitul T citotoxic interacţionează cu celulele infectate, recunoscând antigenele celulare ale CMH şi antigenele străine. Ele recunosc şi celulele tumorale, pentru a le putea îndepărta din organism. Apoi atacă şi distrug celula, exercitând un „atac letal" asupra ei.

Limfocitele T citotoxice sunt şi ele sursa altor limfokine. Secretate la locul unde este situat antigenul, limfokinele atrag noi macrofage la locul infecţiei, şi le stimulează să distrugă microorganismele. Când limfocitele T sunt activate, se multiplică şi formează clone. Acest proces este denumit selecţie clonală. Când cauza activării limfocitelor T a fost îndepărtată din organism, multiplele clone ale limfocitului original activat rămân în nodulii limfatici şi alte ţesuturi limfoide. Deoarece nu există doar un limfocit, ci multiple copii ale acestuia, la o nouă întâlnire cu aceleaşi molecule antigenice, aceste copii vor reacţiona rapid pentru a le îndepărta din organism.

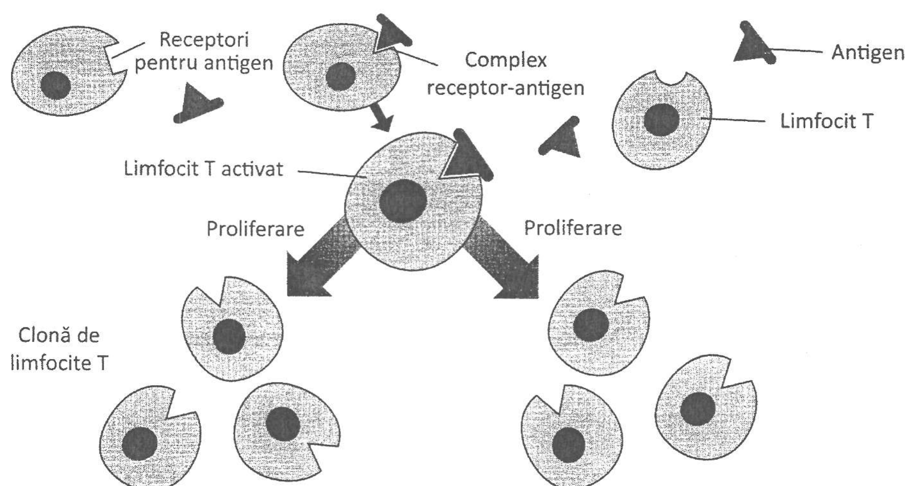


FIGURA 16.7 Activarea limfocitului T. În imunitatea mediată celular, antigenele reacţionează doar cu acele limfocite T care au receptori antigenici complementari. Reacţia cu alte limfocite T este exclusă. Odată activat, se dezvoltă un proces complex, cu formarea unei clone de limfocite T citotoxice. Aceste celule ajung la locul infecţiei şi reacţionează cu microorganismele.

Un alt limfocit este **celula „natural killer"**. Această celulă atacă microorganisme şi celule infectate, dar este mai puţin specializată decât limfocitul T citotoxic. Celulele „natural killer" par să fie un mecanism primar de apărare al organismului împotriva celulelor tumorale.

Pentru ca procesul imun să nu fie hiper-reactiv şi să distrugă şi celule normale ale organismului, alte limfocite T intră în joc. Este vorba despre **limfocitele T supresoare** (cunoscute şi sub numele de celule T8). Limfocitele T supresoare scad activitatea limfocitelor T citotoxice şi a celulelor „natural killer" şi încetinesc procesul imun, pe măsură ce stimulul antigenic diminuă.

IMUNITATEA MEDIATĂ PRIN ANTICORPI

A doua ramură a sistemului imun, **imunitatea mediată prin anticorpi (IMA)**, depinde de activitatea limfocitelor B. Pe măsură ce macrofagul circulă printre diferitele tipuri de limfocite B, în ţesutul limfoid, el poate întâlni un anumit tip de limfocite care prezintă pe suprafaţă molecule de anticorpi complementare antigenelor sale. Legarea antigenului de moleculele de anticorpi, împreună cu intervenţia limfocitelor T helper, activează sau „angajează" limfocitele B (Figura 16.8).

Odată angajate, limfocitele B încep să se dividă şi dau naştere unor clone celulare programate să producă **anticorpi**. Moleculele de anticorpi, specifice pentru antigen, sunt eliberate din limfocitele B cu o rată mai mare de 2000 pe secundă. În câteva ore, alte semnale biochimice convertesc multe din limfocitele B în **plasmocite**, un grup de celule care produc activ anticorpi. Antigenele care iniţiază aceste activităţi sunt în primul rând derivate din virusuri şi bacterii. Alte substanţe, cum ar fi proteinele din lapte, veninul de albină, molecule din alimente şi proteinele vegetale pot, de asemenea, stimula procesul printr-un tip special de reacţie imună, numită alergie.

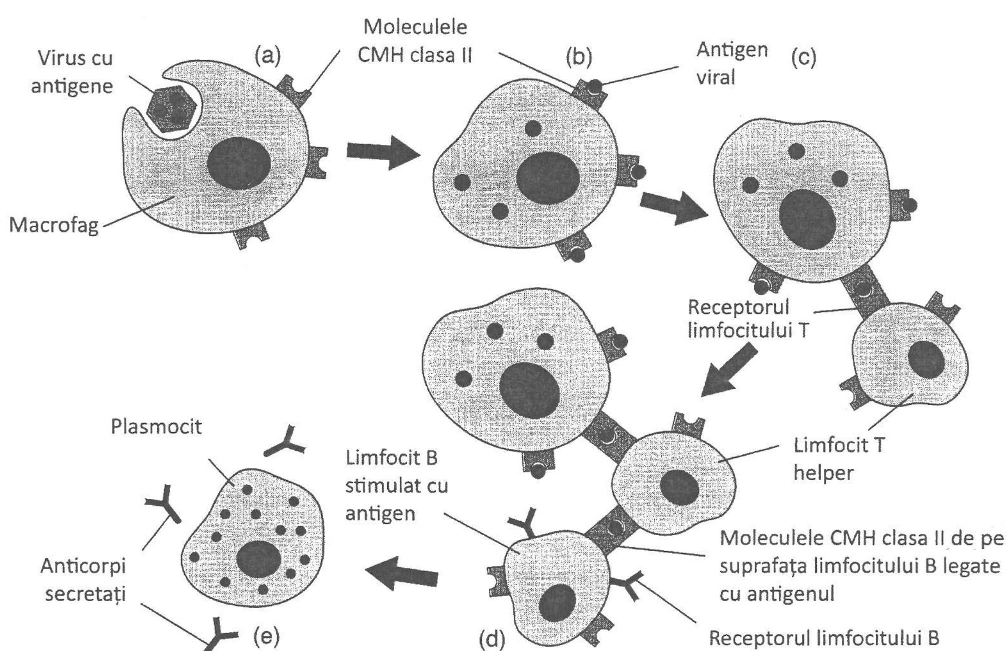


FIGURA 16.8 Imunitatea mediată prin anticorpi. (a) La locul infecției, un virus este ingerat de un macrofag. (b) Macrofagul prezintă antigenele la suprafață, legate de moleculele CMH, și inițiază răspunsul imun. (c) Un limfocit T helper interacționează cu macrofagul și (d) cu un limfocit B. (e) Reacția activează limfocitul B, și îl transformă în plasmocit. Plasmocitul produce și secretă anticorpi pentru reacția imună.

Moleculele de anticorpi sunt proteine. Anticorpii sunt de cinci tipuri, cunoscuți ca IgG, IgM, IgA, IgD și IgE. Cel mai frecvent anticorp este **IgG**. Este alcătuit din două lanțuri lungi și două lanțuri scurte de aminoacizi (polipeptide). Molecula de anticorp are o zonă în balama, în care lanțurile devin divergente, iar molecula este frecvent descrisă sub forma literei Y (Figura 16.9). Un capăt al moleculei de anticorp, capătul variabil, este înalt specific pentru antigenul care a indus producerea sa. Din acest motiv, anticorpul va interacționa doar cu acesta. Sistemul imun are capacitatea de a produce un milion de tipuri diferite de anticorpi, câte unul pentru fiecare antigen diferit posibil. Astfel, anticorpii din rujeolă vor reacționa numai cu virusul rujeolei, anticorpii din varicelă vor reacționa doar cu virusul varicelei, etc.

> **DE REȚINUT**
> Anticorpii leagă antigenele pentru a le îndepărta din organism.

Anticorpii circulă și întâlnesc microorganismele ale căror antigene au stimulat producția anticorpilor. Apoi se combină chimic cu moleculele de antigen și neutralizează microrganismele prin diferite mecanisme. De exemplu, unii anticorpi se leagă la suprafața virusurilor și împiedică penetrarea virală în celule, prin acoperirea receptorilor specifici. Alți anticorpi se combină cu antigenele de pe suprafața bacteriilor și leagă bacteriile ca într-o plasă, astfel încât acestea devin ușor de fagocitat. Alți anticorpi formează punți între microorganisme și macrofage pentru a facilita fagocitoza, iar alții inițiază o serie de reacții care distrug membranele microbiene. Reacția antigen-anticorp are de obicei ca finalitate distrugerea microorganismului și recuperarea după boală.

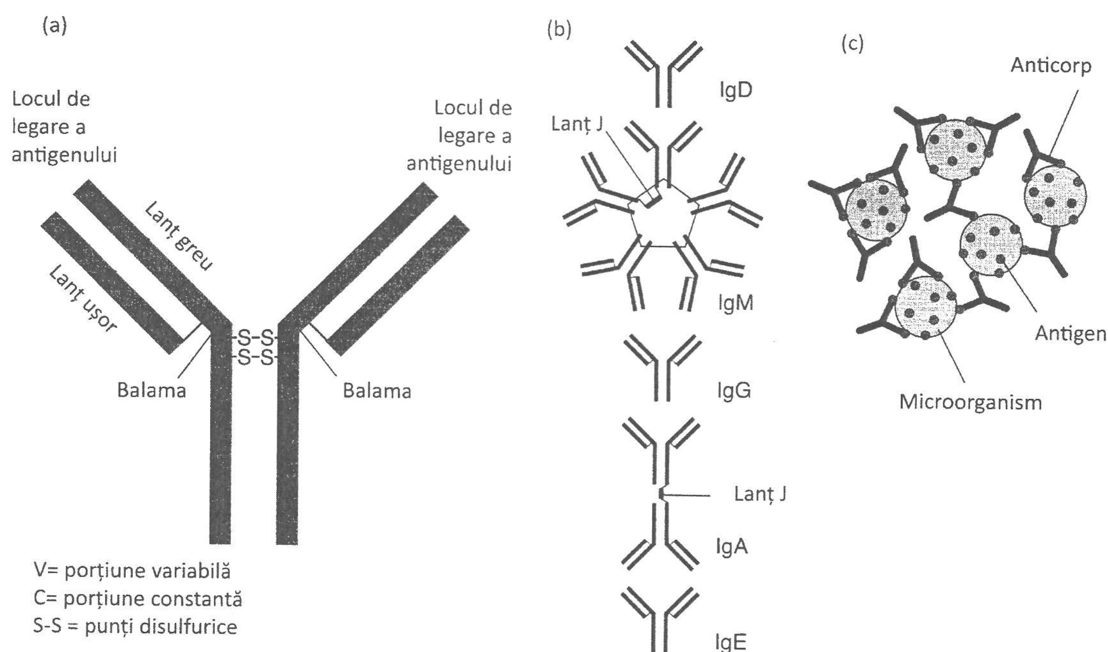


FIGURA 16.9 Anticorpii. (a) Structura moleculei de anticorp, cu cele patru lanţuri componente. (b) Structurile celor cinci tipuri diferite de anticorpi. (c) Reacţia dintre moleculele de anticorpi şi antigenele de pe suprafaţa microorganismelor. Moleculele de anticorpi leagă microorganismele şi favorizează fagocitoza.

Fiind cel mai comun anticorp, IgG este strâns asociat cu rezistenţa specifică la boală, rezistenţă care se dezvoltă după ce sistemul imun a fost activat.

Există cinci clase de anticorpi, cunoscuţi şi sub numele de imonoglobuline: IgG, IgM, IgA, IgD şi IgE (Tabelul 16.3). **IgM** este şi ea implicată în rezistenţa la boală. Această moleculă este alcătuită din 20 de lanţuri polipeptidice. Este primul anticorp ce apare în circulaţie după ce a avut loc infecţia şi este responsabil pentru prima interacţiune cu antigenele. **IgA** este alcătuită din opt lanţuri polipeptidice. Imunoglobulina interacţionează cu microorganismele de pe diferite suprafeţe: de-a lungul tracturilor respirator, gastrointestinal, şi a altor tracturi care comunică cu mediul extern. **IgD** funcţionează ca situs receptor pe limfocitele B, pentru stimularea activării acestora. **IgE** este produsă în timpul reacţiilor alergice. Ambele imunoglobuline, IgD şi IgE, conţin patru lanţuri de aminoacizi.

În reacţiile alergice, IgE se fixează pe suprafaţa bazofilelor şi a mastocitelor şi facilitează eliberarea histaminei, serotoninei, şi a altor substanţe fiziologic active. Aceste substanţe induc contracţia musculaturii netede şi determină o respiraţie îngreunată, crampe abdominale, urticarie şi alte semne caracteristice ale alergiilor.

TABELUL 16.3 CARACTERISTICILE CELOR CINCI TIPURI DE ANTICORPI

Numele anticorpului	Procentul anticorpului în ser	Localizare în organism	Greutate moleculară (daltoni)	Numărul unităților din cele patru lanțuri	Traversează placenta	Funcții
IgM	5-10	Sânge, limfă	900,000	5	Nu	Component principal al răspunsului primar
IgG	80	Sânge, limfă	150,000	1	Da	Component principal al răspunsului secundar
IgA	10	Secreții, cavități	400,000	2	Nu	Protecția cavităților
IgD	<1	Sânge, limfă	180,000	1	Nu	Receptor al limfocitului B
IgE	<1	Sânge, limfă	200,000	1	Nu	Rol în reacțiile alergice



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – *Identificați corect literele corespunzătoare nodulilor, vaselor limfatice și a venelor asociate.*

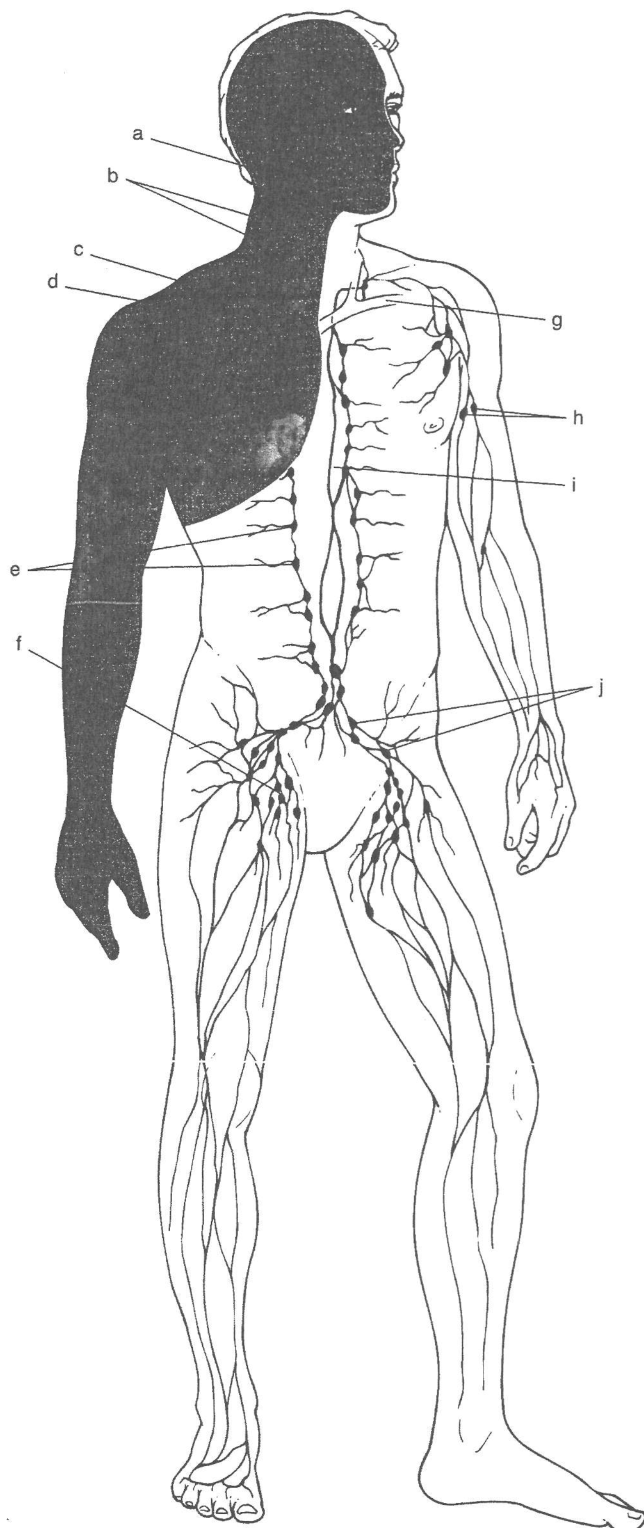


FIGURA 16.10

__ 1. noduli limfatici axilari
__ 2. noduli limfatici cervicali
__ 3. noduli limfatici iliaci
__ 4. noduli limfatici inghinali
__ 5. noduli limfatici intestinali
__ 6. vena subclaviculară stângă
__ 7. ductul limfatic drept
__ 8. vena subclaviculară dreaptă
__ 9. nodul limfatic submandibular
__10. ductul toracic

***SECŢIUNEA B – Completare**: Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Sistemul limfatic se formează în ţesuturi şi se extinde spre ____________.
2. Stratul care căptuşeşte capilarele limfatice, asemănător cu cel din capilarele sanguine, este alcătuit din ____________.
3. Cel mai mare vas limfatic al organismului este ____________.
4. Ductul toracic îşi goleşte conţinutul într-o venă denumită ____________.
5. Ductul toracic drenează partea stângă a capului şi toracelui şi întregul corp mai jos de ____________.
6. Valvele vaselor limfatice acţionează într-un mod similar cu valvele ____________.
7. Limfa este filtrată în mase de ţesut numite ____________.
8. Cele două tipuri principale de celule din nodulii limfatici sunt limfocitele T şi ____________.
9. Vasele limfatice care intră în nodulii limfatici sunt denumite ____________.
10. Extensiile capsulei nodulului limfatic intră în nodul şi îl separă în mici ____________.
11. Celulele principale ale nodulilor limfatici sunt susţinute de ţesut conjunctiv reprezentat de ____________.
12. Celulele nodulilor limfatici sunt aranjate dens, în porţiunea externă a nodulului limfatic, numită ____________.
13. Regiunea centrală a nodului limfatic este cunoscută ca____________.
14. În procesul răspunsului imun, nodulii limfatici servesc drept locaţii pentru producerea de ____________.
15. În ţesuturile gâtului, nodulii limfatici sunt denumiţi____________.
16. Nodulii limfatici localizaţi în axilă se numesc____________.
17. Nodulii limfatici pot fi găsiţi în fosa poplitee, care este localizată în spatele ____________.
18. Agregatele de noduli limfatici localizate în spatele epiteliului ce căptuşeşte cavitatea bucală sunt numite ____________.
19. Una dintre amigdalele principale este localizată dedesubtul unui os denumit ____________.
20. Nodulii de ţesut limfoid situaţi în peretele tractului intestinal sunt denumiţi ____________.

21. Limfocitele T imature sunt modificate şi devin limfocite T mature într-un organ numit ____________.
22. Timusul este localizat în organism în cavitatea numită ____________.
23. Timusul este relativ mare în timpul dezvoltării ____________.
24. Splina este localizată în porţiunea superioară a cavităţii numite ____________.
25. Zona în care vasele mari de sânge intră şi pleacă din splină este numită ____________.
26. Sângele intră în splină prin intermediul ____________.
27. Splina este organul în care are loc distrucţia ____________.
28. Limfa este alcătuită dintr-un lichid derivat din ____________.
29. Limfa conţine substanţe incapabile să treacă în capilare, ca de exemplu ____________.
30. Câteodată limfa are consistenţă lăptoasă, datorită prezenţei ____________.
31. Vasele limfatice situate de-a lungul peretelui ileal şi jejunal sunt denumite __________.
32. Acumularea de lichid interstiţial în spaţiile dintre celule se numeşte ________.
33. Dezvoltarea sistemului imun începe la aproximativ trei luni după ____________.
34. Limfocitele B sunt numite astfel deoarece sunt formate la embrionii de pui, într-un organ denumit bursa lui ____________.
35. În timpul formării, limfocitele B achiziţionează pe suprafaţa membranară un număr de receptori, constând în ____________.
36. Acele substanţe capabile să stimuleze sistemul imun sunt denumite ____________.
37. În mod normal, complexul major de histocompatibilitate (CMH) al unei persoane nu stimulează sistemul imun, deoarece antigenele sunt interpretate ca ____________.
38. Antigenele pot intra în circulaţie când penetrează pielea datorită muşcăturii unui ____________.
39. Sistemul imun ajunge la maturitate în câţiva ani de la ____________.
40. Pentru a iniţia un proces imun, organismele străine sunt ingerate de macrofage în cursul unui proces denumit ____________.
41. Limfocitul T care participă la cele două procese imune principale este ____________.

42. Procesul imun în care are loc interacțiunea directă dintre celulele organismului și microorganisme este denumit ______________.

43. Limfocitele T care interacționează direct cu celulele infectate ale organismului sunt ______________.

44. Substanțele secretate de limfocitele T care atrag macrofagele la locul unei infecții sunt numite ______________.

45. Limfocitele T care previn hiper-reactivitatea procesului imun sunt numite ______________.

46. Anticorpii sunt produși de celulele derivate din limfocitele B, denumite ______________.

47. Macromolecula ce alcătuiește moleculele de anticorpi este o ______________.

48. Tipurile de anticorpi includ IgA, IgE, IgM, IgD și ______________.

49. Reacția dintre molecula de anticorp și cea de antigen se spune că este înalt ______________.

50. Deoarece lanțurile polipeptidice ale moleculei de anticorp sunt divergente, molecula este frecvent descrisă în forma literei ______________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Sistemul limfatic este alcătuit din următoarele componente, *cu excepția*
   A. sângelui
   B. nodulilor limfatici
   C. vaselor limfatice
   D. limfei

2. Care din următoarele afirmații privind ductul toracic sunt adevărate?
   A. drenează întreg organsimul deasupra diafragmului
   B. își golește conținutul în vena subclaviculară stângă
   C. transportă sânge în sistemul limfatic
   D. se formează în vasele din creier

3. Capilarele limfatice seamănă cu capilarele sanguine deoarece acestea
   A. au aceeași permeabilitate ca și capilarele sanguine
   B. duc la vena cavă
   C. sunt căptușite de endoteliu
   D. au pereți groși

4. Lichidul care trece prin vasele limfatice
   A. curge spre plămâni
   B. trece din vasele limfatice în artere
   C. intră în ventriculul stâng al inimii prin ductul toracic drept
   D. se mișcă într-o singură direcție, spre inimă

5. Limfocitele T şi limfocitele B sunt principalele celulele ale
   A. nodulilor limfatici
   B. vaselor limfatice
   C. glandei adrenale
   D. timusului

6. Următoarele sunt funcţii importante ale nodulilor limfatici, *cu excepţia*
   A. servesc ca locuri de producere de anticorpi
   B. îndepărtează materialul străin fagocitat de macrofage
   C. sunt locurile unde antigenele stimulează sistemul imun
   D. au rol în producerea de neutrofile, eozinofile şi bazofile

7. Nodulii limfatici pot fi localizaţi în ţesuturile din
   A. stomac şi creier
   B. regiunea inghinală şi gât
   C. ventricul şi atriu
   D. glanda tiroidă şi glanda adrenală

8. Aglomerările de ţesut limfoid localizate în peretele tractului intestinal sunt denumite
   A. nodulii lui Hashimoto
   B. regiunea Graves
   C. nodulii DiGeorge
   D. plăcile Peyer

9. În organismul uman, timusul este situat
   A. de-a lungul arterei femurale
   B. în trunchiul cerebral
   C. în mediastin, în porţiunea superioară a toracelui
   D. între vertebrele 19 şi 20

10. Mişcarea lichidului prin vasele limfatice este asistată de
    A. presiunea din ventriculul drept
    B. presiunea muşchilor scheletici, ce se contractă
    C. mişcarea fagocitelor, ca de exemplu macrofagele
    D. mişcarea globulelor roşii

11. Timusul este vizibil şi are dimensiunea cea mai mare
    A. în adolescenţă
    B. la adult
    C. la copil
    D. în stadiul fetal

12. Următoarele sunt funcţii ale splinei, *cu excepţia*
    A. asigură un sistem de filtrare pentru sânge
    B. este locul unde globulele roşii sunt distruse
    C. este un rezervor de sânge
    D. este locul principal în care se formează leucocitele

13. Care dintre următoarele descrie poziția splinei în organismul uman?
    A. anterior de diafragm, în partea de jos a cavității toracice
    B. lateral de coloana vertebrală, de-a lungul peretelui toracic posterior
    C. în cavitatea pelviană
    D. în porțiunea superioară stângă a cavității abdominale

14. Care dintre următoarele elemente nu se găsesc în limfă?
    A. globule roșii
    B. molecule proteice
    C. microorganisme
    D. macrofage

15. Vasele limfatice bogate în grăsimi
    A. se găsesc doar în creier
    B. sunt cunoscute sub numele de capilare limfatice
    C. intră în atriul stâng al inimii
    D. se găsesc doar în splină

16. Toate limfocitele sistemului imun se formează din
    A. celule ale nodului sinoatrial
    B. celule primitive din măduva osoasă
    C. celule primitive din timus
    D. celule localizate în principal în puntea trunchiului cerebral

17. Limfocitele T sunt denumite astfel deoarece ele devin mature în
    A. glanda tiroidă
    B. țesuturile toracice
    C. țesuturi stimulate de nervul trigemen
    D. timus

18. În timpul dezvoltării fetale, sistemul imun elimină limfocitele care prezintă anticorpi împotriva antigenelor proprii, cunoscute și sub numele de
    A. limfokine
    B. timozine
    C. moleculele ale CMH
    D. imunoglobuline

19. Antigenele au următoarele caracteristici, *cu excepția*
    A. pot fi substanțe celulare, de exemplu macromolecule
    B. pot fi alcătuite din proteine sau polizaharide
    C. lista antigenelor este foarte limitată
    D. stimulează sistemul imun

20. Celulele care declanșează răspunsul imun, sunt celule fagocitare denumite
    A. eozinofile
    B. macrofage
    C. plasmocite
    D. antigene

21. Activitatea limfocitelor T stimulează
    A. producerea de anticorpi de către plasmocite
    B. eliberarea antigenelor de către bacterii
    C. imunitatea mediată celular
    D. reacţia dintre moleculele de antigen şi anticorpi

22. Limfokinele secretate de limfocitele T citotoxice intensifică activitatea
    A. globulelor roşii
    B. neuronilor
    C. macrofagelor
    D. limfocitelor B

23. După ce reacţionează cu moleculele de antigen, limfocitele B
    A. părăsesc ţesutul limfoid şi se deplasează spre locul unde sunt situate antigenele
    B. se transformă în globule roşii pentru a secreta toxine
    C. se transformă în macrofage pentru a putea fagocita
    D. se transformă în plasmocite pentru a secreta anticorpi

24. Care dintre următoarele afirmații privind moleculele de anticorpi este falsă?
    A. există cinci tipuri diferite de molecule de anticorpi
    B. toate moleculele de anticorpi sunt alcătuite din polizaharide
    C. o moleculă de anticorp este adesea descrisă în formă de Y
    D. un capăt al unui anticorp este înalt specific pentru legarea antigenului

25. Moleculele de anticorpi neutralizează microorganismele prin următoarele modalități, *cu excepția*
    A. leagă bacteriile ca într-o plasă
    B. favorizează fagocitoza microorganismelor
    C. pun în mişcare o serie de reacţii, care distrug membranele microbiene
    D. deprivează microorganismele de oxigenul necesar metabolismului lor

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Ţesutul care căptuşeşte capilarele limfatice este alcătuit din mușchi neted.

2. Cel mai mare vas limfatic din organism este vena cavă.

3. Înainte de a-şi elibera conţinutul în sistemul cardiovascular, ductul limfatic drept se uneşte cu vena subclaviculară dreaptă.

4. Sistemul limfatic transportă fluide unidirecţional.

5. Cele două tipuri principale de celule din nodulii limfatici sunt limfocitele T şi limfocitele P.

6. Vasele limfatice care intră în nodulii limfatici sunt denumite vase limfatice eferente.

7. În nodulul limfatic, limfocitele sunt dispuse dens în porţiunea externă a nodulului, denumită medulară.
8. Nodulii limfatici reprezintă locul unde se produc antigene în organism.
9. Nodulii limfatici inghinali sunt localizaţi la nivelul gâtului.
10. Ţesutul limfoid situat în peretele tractului intestinal poartă denumirea de amigdale palatine.
11. Timusul este organul în care se produc limfocitele B.
12. Splina este localizată în porţiunea superioară a cavităţii abdominale supradiafragmatic.
13. Lichidul derivat din sânge care circulă prin vasele limfatice este denumit limfă.
14. Câteodată limfa are o consistenţă lăptoasă datorită prezenţei proteinelor.
15. Acumularea de lichid interstiţial în spaţiile dintre celule determină o condiţie denumită edem.
16. Sistemul imun începe să se dezvolte în timpul lunii a treia, după naştere.
17. Locusurile receptorilor situaţi pe membrana limfocitului B sunt molecule de antigene.
18. O moleculă de antigen este de obicei o proteină mare sau o moleculă de acid nucleic.
19. Antigenele sunt molecule chimice interpretate de organism ca fiind proprii.
20. Procesul imun începe cu fagocitoza organismelor străine, de către celule precum limfocitele.
21. Imunitatea realizată de către limfocitele T este denumită imunitate mediată celular.
22. După stimularea antigenică, limfocitele B devin celule fagocitare, care sunt responsabile pentru producţia de anticorpi.
23. Pentru a împiedica procesul imun să devină hiper-reactiv, organismul foloseşte limfocitele T helper, să încetinească procesul.
24. Toate moleculele de anticorpi sunt alcătuite din carbohidraţi.
25. Sistemul imun are capacitatea de a produce o duzină de tipuri diferite de anticorpi.

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Lola prezintă o umflătură pe partea posterioară a gâtului. Ea spune că a găsit o căpuşă agăţată în păr, deasupra locului respectiv, cu o săptămână în urmă. Căpuşele injectează atunci când muşcă, un lichid ce conţine substanţe anticoagulante, pentru a le permite să aspire sânge. Ce este umflătura din spatele gâtului Lolei? De ce a apărut mai jos de locul unde a fost găsită căpuşa?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A

Figura 16.10

1. h
2. b
3. j
4. f
5. e
6. g
7. c
8. d
9. a
10. i

SECŢIUNEA B – Completare

1. inimă
2. endoteliu
3. ductul toracic
4. vena subclaviculară stângă
5. diafragm
6. venelor
7. noduli limfatici
8. limfocitele B
9. vase limfatice aferente
10. lobuli
11. fibrele reticulare
12. cortex/corticală
13. medulară
14. anticorpi
15. noduli limfatici cervicali
16. noduli limfatici axilari
17. genunchiului
18. amigdale
19. palatin
20. plăcile Peyer
21. timus
22. cavitate toracică
23. fetale
24. cavitate abdominală
25. hil
26. arterei splenice
27. eritrocitelor/ globulelor roşii
28. lichidul interstiţial
29. proteinele
30. grăsimilor
31. capilare limfatice
32. edem
33. concepţie
34. Fabricius
35. anticorpi
36. antigene
37. proprii
38. artropod
39. naştere
40. fagocitoză
41. limfocitul T helper
42. imunitatea mediată celular
43. limfocitele T citotoxice
44. limfokine
45. limfocite T supresoare
46. plasmocite
47. proteină
48. IgG
49. specifică
50. Y

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspunsuri la alegere

1. A
2. B
3. C
4. D
5. A
6. D
7. B
8. D
9. C
10. B
11. D
12. D
13. D
14. A
15. B
16. B
17. D
18. C
19. C
20. B
21. C
22. C
23. D
24. B
25. D

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals

1. endoteliu
2. ductul toracic
3. A
4. A
5. limfocitele B
6. aferente
7. cortex/ corticală
8. anticorpi
9. cervicali
10. plăci Peyer
11. limfocitele T
12. subdiafragmatic
13. A
14. grăsimilor
15. A
16. concepţie
17. anticorpi
18. polizaharid
19. străine/non-proprii
20. macrofagele
21. A
22. plasmocitare
23. supresoare
24. proteine
25. un milion

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Tumefierea din regiunea posterioară a gâtului Lolei este un nodul limfatic cervical mărit, unde limfocitele reacţionează la prezenţa căpuşei şi la fluidele injectate de aceasta în momentul în care se hrăneşte cu sânge. Lichidul limfatic se drenează spre torace, aşadar nodulul limfatic mărit, situat sub locul muşcăturii de căpuşă, se află pe traseul curgerii limfei.

17



Sistemul respirator

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă anatomia și fiziologia sistemului respirator. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți structurile anatomice ale sistemului respirator;
- sintetizați funcțiile faringelui și ale laringelui;
- descrieți arborele respirator și să diferențiați diferitele sale părți componente;
- identificați elementele anatomice ale plămânilor, inclusiv vascularizația acestora;
- deosebiți foițele pleurale și să identificați funcțiile acestora;
- caracterizați componentele respirației;
- caracterizați mecanica respiratorie și inter-relația volum/presiune din cavitatea toracică;
- identificați mecanismele de reglare ale respirației;
- rezumați transportul și schimbul de gaze;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul respirator are rol în asigurarea schimbului de oxigen și dioxid de carbon între celulele corpului și mediul extern. Aceste procese sunt denumite împreună respirație. Sistemul circulator transportă oxigen și dioxid de carbon între celulele corpului și sistemul respirator, unde are loc schimbul de gaze. Sistemul respirator conține un sistem de tuburi ramificate care formează căile aeriene, porțiunea de conducere a sistemului respirator. Cele mai mici ramuri ale acestor tuburi se termină în grupuri microscopice de săculeți aerieni numiți **alveole**, care constituie porțiunea respiratorie a sistemului respirator. Căile aeriene care transportă aer în și din alveole includ, în ordine descendentă, cavitățile nazale, faringele, laringele, traheea, bronhiile și bronhiolele (Figura 17.1). Alveolele, bronhiile și bronhiolele sunt organizate în doi plămâni pereche, înconjurați de o membrană dublu stratificată (cu 2 foițe). Schimbul de gaze are loc în alveole, care asigură o suprafață mare de schimb. Acești săculeți sunt formați din membrane subțiri, acoperite de rețeaua capilară extinsă a circulației pulmonare. Sângele bogat în dioxid de carbon și sărac în oxigen pătrunde în plămâni din arterele pulmonare. Sângele care părăsește plămânii prin venele pulmonare are o concentrație scăzută în dioxid de carbon și bogată în oxigen. Schimbul de gaze are loc prin difuziune, rezultatul acestui proces fiind schimbul dioxidului de carbon din sânge cu oxigenul din alveole.

ANATOMIA SISTEMULUI RESPIRATOR

Sistemul respirator este alcătuit din numeroase organe, având funcția de a transporta aerul în și din plămâni.

NASUL ȘI CAVITĂȚILE NAZALE

Nasul reprezintă calea normală de intrare a aerului în sistemul respirator. Aerul poate intra în sistem și prin gură, deoarece aceasta se întâlnește cu cavitățile nazale în regiunea posterioară a cavității bucale, numită **faringe**. Faringele este o cale comună atât pentru sistemul respirator, cât și pentru sistemul digestiv. Porțiunea exterioară a nasului este compusă din cartilaj și piele. Porțiunile interne, denumite **cavități nazale**, sunt căptușite cu o mucoasă. Deschiderile cavităților nazale către mediul extern poartă denumirea de **narine externe**, sau **nări**.

Septul nazal împarte medial cavitatea nazală. În continuare, aceasta se subdivide și formează căile aeriene prin intermediul unor extensii osoase, cunoscute sub numele de **cornete nazale** superioare, mijlocii și inferioare (Figura 17.2). În cavitățile nazale se deschid o serie de spații goale, numite **sinusuri**, care se extind spre osul frontal, sfenoid, etmoid și maxilar. Cornetele și sinusurile sunt porțiuni în care aerul este încălzit și viteza sa este încetinită, pentru a permite particulelor să precipite și să apară senzațiile olfactive. Mucoasa sinusurilor este în continuitate cu mucoasa cavității nazale.

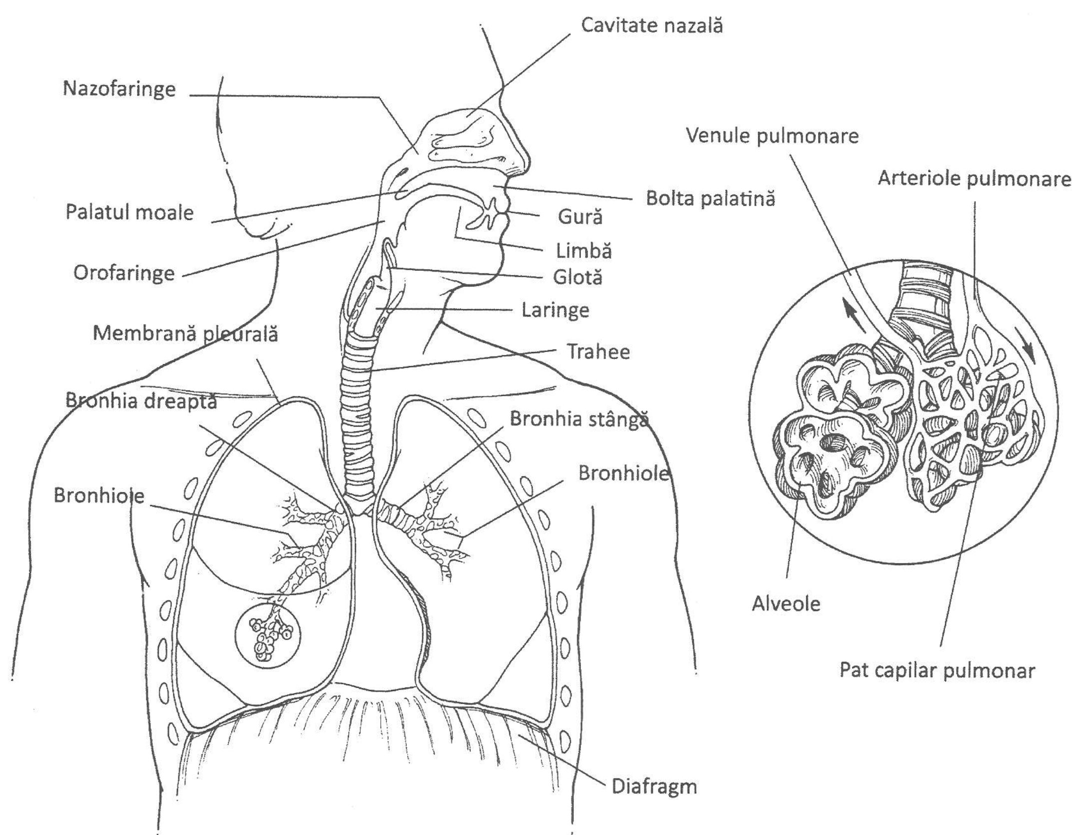


FIGURA 17.1 Organele şi structurile sistemului respirator uman aşa cum sunt poziţionate în cavitatea toracică. O secţiune prin plămân este mărită pentru a prezenta detaliile mai multor alveole, săculeţi microscopici aerieni utilizaţi în schimbul de gaze.

Cavitatea nazală este asociată şi cu simţul mirosului, cunoscut sub numele de simţ olfactiv (Capitolul 12). O parte a mucoasei nazale de la nivelul peretelui superior al cavităţilor nazale formează **regiunea olfactivă**. Celulele din această regiune detectează diverse tipuri de molecule şi trimit impulsuri către creier prin nervii olfactivi. Creierul interpretează aceste impulsuri ca mirosuri.

Nasul este adaptat pentru încălzirea, umidificarea şi filtrarea aerului. Vasele de sânge de la nivelul mucoasei nazale încălzesc aerul rece. Mucusul secretat de mucoasa nazală adaugă umiditate aerului uscat, în timp ce captează particulele fine de praf şi microorganismele. Celulele ciliate ale mucoasei transportă apoi mucusul contaminat în gât, unde este înghiţit.

Inflamaţia membranelor mucoase se numeşte **rinită**. Inflamaţiile de natură alergică ce apar în fosele nazale poartă numele de **rinite alergice**. Factori precum polenul, penele, acarienii şi părul de animale pot provoca aceste afecţiuni. O formă de rinită alergică cauzată de polen este cunoscută sub numele de febra fânului.

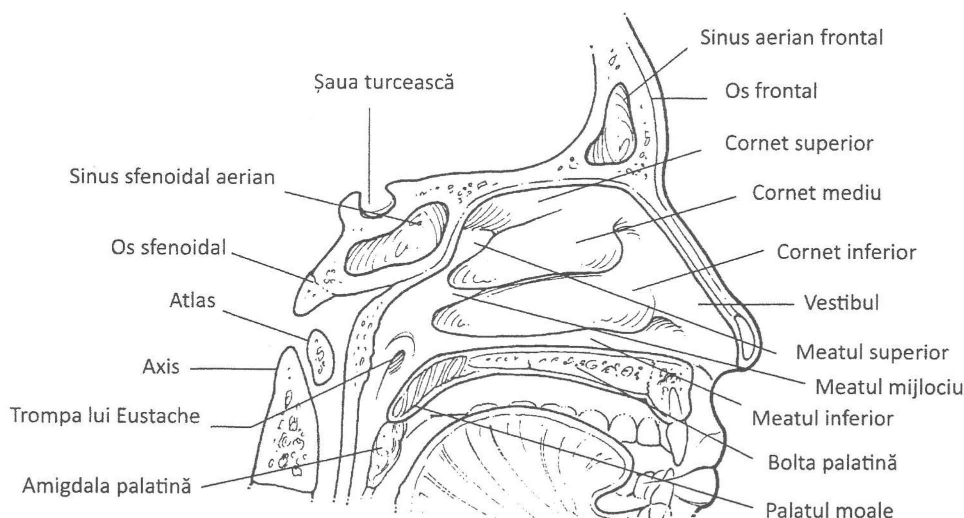


FIGURA 17.2 Structurile nasului uman, după îndepărtarea septului nazal. Se pot observa cornetele și sinusurile osului frontal și ale sfenoidului. Este ilustrată de asemenea și deschiderea trompei lui Eustache.

FARINGELE

Faringele este cunoscut și sub denumirea de **gâtlej**. Este o regiune ce se extinde de la nivelul cavităților nazale până la nivelul laringelui. Porțiunea faringelui aflată imediat posterior de cavitățile nazale și deasupra vălului palatin este denumită **nazofaringe**. Inferior de nazofaringe se află **orofaringele**, unde se întâlnesc căile digestive și căile respiratorii în partea posterioară a cavității bucale. Urmează apoi **laringofaringele**, care se află deasupra laringelui.

Două structuri numite **trompele lui Eustache** pornesc de la urechea medie și se deschid în pereții laterali ai nazofaringelui. Trompele lui Eustache au rolul de a egaliza presiunea aerului între nazofaringe și urechea medie. Infecțiile urechii medii sunt cauzate, de multe ori, de microorganismele care pătrund în trompa lui Eustache din nazofaringe.

Pe peretele posterior al nazofaringelui, în regiunea medială, se află o masă de țesut limfatic numită **amigdala faringiană** (Figura 17.3). Amigdala protejează sistemul respirator, prin producerea de limfocite adecvate, care induc imunitate față de agenții infecțioși captați din aer (Capitolul 16). Când este tumefiată, aceasta poartă denumirea de **vegetații adenoide**. Vegetațiile adenoide pot împiedica trecerea aerului. Masele ovale de țesut limfatic situate pe partea laterală a faringelui, din spatele gurii, sunt numite **amigdale palatine**. Funcția lor este similară cu cea a amigdalelor faringiene. **Amigdalita** este o inflamație a amigdalelor palatine.

Faringele este o cale de trecere comună pentru sistemul digestiv și respirator. La capătul său distal, faringele se ramifică în două tuburi: esofagul, care se continuă cu stomacul, și laringele, care se continuă cu plămânii.

DE REȚINUT
Posterior față de cavitatea nazală se află nazofaringele. Posterior de cavitatea bucală este situat orofaringele. Inferior orofaringelui și superior laringelui este laringofaringele.

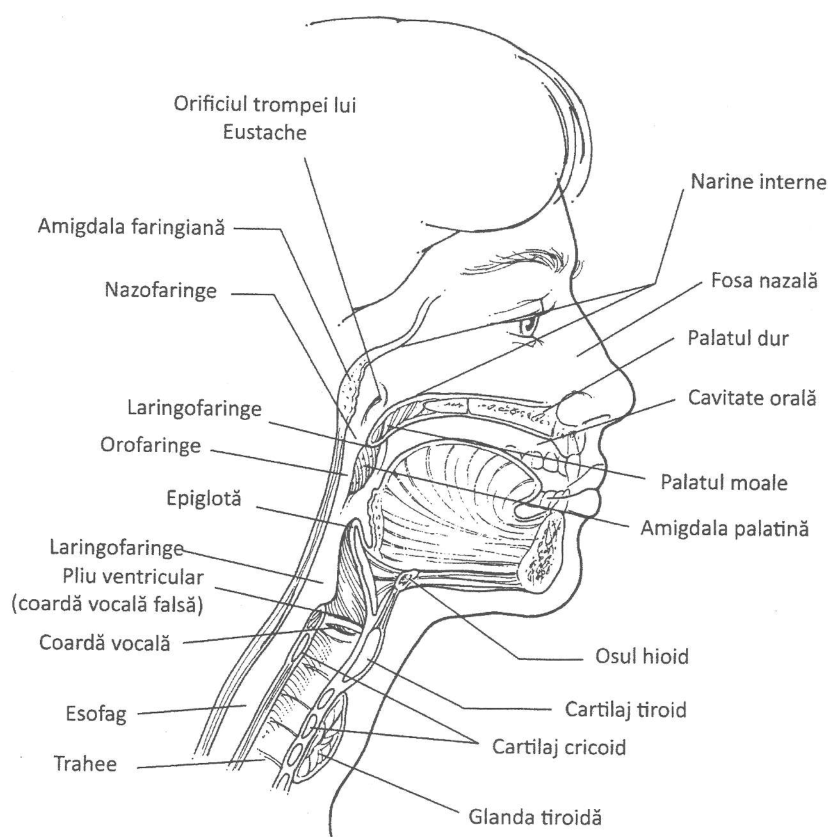


FIGURA 17.3 Secțiune sagitală la nivelul capului și gâtului ce prezintă organe ale tractului respirator în raport cu alte organe din această regiune. Observați structurile nasului, ale palatului moale și ale palatului dur, și cele trei regiuni ale faringelui. Este indicată poziția esofagului față de trahee. Amigdalele sunt ilustrate în poziția lor anatomică.

LARINGELE

Laringele este o structură cartilaginoasă ce unește faringele și traheea la nivelul vertebrelor cervicale. Acesta este compus din țesut conjunctiv care conține nouă structuri cartilaginoase aranjate în mod similar unei cutii. Cel mai mare cartilaj este **cartilajul tiroid**, cunoscut și sub numele de „mărul lui Adam". Cartilajul tiroid este vizibil în partea ventrală a gâtului și este mai pronunțat la bărbați decât la femei.

Un alt cartilaj important este **cartilajul cricoid,** care seamănă cu un inel cu pecete și leagă laringele și traheea. Un al treilea cartilaj este **cartilajul epiglotic**, sau **epiglota**, un „capac" în formă de frunză, situat la intrarea în laringe. Funcția epiglotei este de a opri trecerea alimentelor sau a lichidelor din esofag în tractul respirator. Deschiderea laringelui este denumită **glotă.**

Laringele este o cale de trecere pentru aer, având, de asemenea, funcția de a produce sunetele (Tabelul 17.1). Din pereții laterali ai laringelui se formează două seturi de falduri (cute) membranoase groase. Aceste cute de țesut sunt denumite **corzi vocale**. Când aerul este expirat din plămâni, corzile vocale vibrează și produc sunete, care pot fi trans-

formate în cuvinte de către muşchii gâtului, buze, limbă şi obraji. Lungimea corzilor vocale determină **tonalitatea**. Femeile şi copiii au corzile vocale mai scurte, aşadar ei au voci cu o tonalitate mai ridicată.

TABEL 17.1 ORGANELE SISTEMULUI RESPIRATOR UMAN

Structură	Descriere	Funcții
Cavitatea nazală	Spațiu gol în interiorul nasului	Conduce aerul în faringe; filtre membranoase; mucoase cu rol de încălzire și umidificare a aerului
Sinusurile	Spații goale situate în oasele craniului	Reduc greutatea craniului; servesc drept camere de rezonanță; spații de condiționare a aerului
Laringele	Extindere în partea superioară a traheei	Cale de trecere pentru aer; adăpostește corzile vocale
Traheea	Tub care leagă laringele de arborele bronșic	Cale de trecere a aerului, tapetată de mucoasă; filtrează aerul
Arborele bronșic	Căi ramificate de la trahee la alveole	Conduc aerul de la trahee la alveole; tapetate de mucoasă ce filtrează aerul
Plămânii	Organe moi, în formă de con, ce ocupă cea mai mare parte a cavității toracice	Cuprind căile aeriene, alveolele, vasele de sânge și alte țesuturi ale tractului respirator inferior; schimbul de gaze în alveole

TRAHEEA, BRONHIILE ȘI BRONHIOLELE

Laringele se continuă cu un tub semirigid numit **trahee**. Traheea are o lungime de aproximativ 10-12 centimetri şi este situată la nivelul liniei mediane a gâtului. Ea este susţinută şi menţinută deschisă prin intermediul unor inele cartilaginoase în forma literei „C", aşezate unul peste celălalt, şi deschise în porţiunea posterioară. Zona dintre cartilajele adiacente şi cea dintre capetele inelelor cartilajelor conţine ţesut conjunctiv şi ţesut muscular neted. Traheea asigură o cale de intrare şi ieşire a aerului. Celulele ciliate care căptuşesc traheea filtrează aerul înainte ca acesta să intre în bronhii şi împinge particulele captate (prinse) în mucus spre faringe, pentru a fi înghiţite. Traheea se ramifică în două **bronhii** primare, care au aceeaşi structură ca a traheei. Bronhia dreaptă este mai mare şi are o poziţie mai verticală comparativ cu bronhia stângă (Figura 17.4).

Bronhiile devin din ce în ce mai mici pe măsură ce pătrund în plămâni, diametrul lor fiind redus în cele din urmă până la aproximativ un milimetru. La acest nivel nu mai există cartilaj în bronhii, ele devenind **bronhiole**. Peretele bronhiolelor este alcătuit din muşchi netezi, susţinuţi de ţesut conjunctiv. Ele continuă să se ramifice până când se formează cele mai mici pasaje de aer, numite **bronhiole terminale**. Ramificarea traheei, bronhiilor şi a bronhiolelor dă naştere în plămâni unor căi de transport ramificate, numite **arbore bronşic**. Bronhiolele terminale se extind în alveole.

Inflamaţia arborelui bronşic poartă denumirea de **bronşită**. O altă afecţiune a arborelui bronşic este **astmul**. Astmul se caracterizează prin episoade periodice de respiraţie îngreunată şi şuierătoare (wheezing). Este cauzat de spasmul muşchilor netezi, provocat de obicei de către alergeni din mediul înconjurător.